

IPC/ECA J-STD-002C

Методы оценки паяемости выводов компонентов, контактов, проушин, клемм и проводов.

(Перевод на русский язык, редакция №07.2008)

Примечание: настоящий перевод распространяется только с официальной версией на английском языке. Регулирующей версией является версия на английском языке. В случае разночтений необходимо руководствоваться версией на английском языке.

Разработан комиссией IPC по разработке спецификаций паяемости компонентов и элементов печатных плат (5-23b), комитета по технологиям сборки и выполнения соединений (5-20) и комитета по технологиям пайки (STC) ассоциации по электронным компонентам, узлам и материалам (ECA)

Замещает:
J-STD-002B – Февраль 2003
J-STD-002A – Октябрь 1998
J-STD-002 – Апрель 1992

Перевод выполнен:
ЗАО Предприятие ОСТЕК
121467, РФ, г. Москва,
ул. Молдавская, д.5, стр.2
тел.: (495) 788-44-44
факс: (495) 788-44-42
E-mail: info@ostec-smt.ru
Интернет: www.ostec-smt.ru

Оглавление

Иллюстрации

Таблицы

Методы оценки паяемости выводов компонентов, контактов, проушин, клемм и проводов.

1 НАЗНАЧЕНИЕ

1.1 Цель В данном стандарте описываются методы испытаний, даются определения дефектов, критерии приёмки/выбраковки, а также иллюстрации для помощи пользователям в оценке паяемости выводов электронных компонентов, контактов, одно- и многопроволочных проводов и проушин. В данном стандарте также описывается метод испытания на устойчивость металлизации к растворению / десмачиваемости. Данный стандарт предназначен для использования как производителями, так и пользователями.

1.2 Назначение. Оценка паяемости проводится для того чтобы проверить, что паяемость компонентов и элементов плат отвечает требованиям, определённым в данном стандарте, и для подтверждения отсутствия отрицательного влияния хранения на способность компонентов припаиваться к соединительным элементам. Определение паяемости может производиться во время производства компонентов, при получении компонентов пользователем или непосредственно перед их монтажом.
Определение устойчивости металлизации к растворению производится для проверки сохранности металлизированных выводов при пайке.

1.2.1 Должно и следует. Слово «должно» используется в тексте данного документа для указания на требование к материалам, подготовке, технологическому контролю или процедуре приёмки паяного соединения или метода испытания. Слово «следует» отражает рекомендации и используется для отражения использования обычных промышленных методик и процедур.

1.2.2 Иерархия документов. В случае противоречий руководствуйтесь следующими документами в соответствии с приведенным порядком:

1. Документы о поставке, как согласовано между пользователем и поставщиком.
2. Эталонный чертёж или макет, подробно отражающий требования пользователя.
3. По требованию пользователя или согласно контракта данный документ, J-STD-002.
4. Другие документы до пределов, определяемых пользователем.

1.3 Классификация методов В данном стандарте описаны методы, с помощью которых можно оценить паяемость выводов компонентов. Если иное не оговорено в контракте между поставщиком и пользователем, при пайке с использованием оловянно-свинцовых припоев стандартно следует использовать испытания A, B, C, D и S, а при пайке с использованием бессвинцовых припоев — испытания A1, B1, C1, D и S1.

1.3.1 Визуальные испытания
Метод A – погружение в ванну с оловянно-свинцовым припоем и визуальный осмотр (выводные компоненты, многопроволочные жилы/провода) (параграф 4.2.1)
Метод B – погружение в ванну с оловянно-свинцовым припоем и визуальный осмотр (безвыводные компоненты) (параграф 4.2.2)
Метод C – определение паяемости компонентов с проводами (ушки, крючковые выводы, штыри) оловянно-свинцовым припоем (параграф 4.2.3)
Метод D – определение стойкости металлизации к растворению/десмачиваемости с оловянно-свинцовым или бессвинцовым припоем (параграф 4.2.4)
Метод S – имитация процесса поверхностного монтажа с оловянно-свинцовым припоем (параграф 4.2.5)
Метод A1 – погружение в ванну с бессвинцовым припоем и визуальный осмотр (выводные компоненты, многопроволочные жилы/провода) (параграф 4.2.6)
Метод B1 – погружение в ванну с бессвинцовым припоем и визуальный осмотр (безвыводные компоненты) (параграф 4.2.7)
Метод C1 – определение паяемости компонентов с проводами (ушки, крючковые выводы, штыри) бессвинцовым припоем (параграф 4.2.8)
Метод S1 – имитация процесса поверхностного монтажа с бессвинцовым припоем (параграф 4.2.9)

1.3.2 Измерительные испытания.
Метод E – тест баланса смачивания с использованием оловянно-свинцового припоя (выводные компоненты) (параграф 4.3.1)
Метод F – тест баланса смачивания с использованием оловянно-свинцового припоя (безвыводные компоненты) (параграф 4.3.2)
Метод G – тест баланса смачивания с использованием шарика оловянно-свинцового припоя (параграф 4.3.3)
Метод E1 – тест баланса смачивания с использованием бессвинцового припоя (выводные компоненты) (параграф 4.3.4)
Метод F1 – тест баланса смачивания с использованием бессвинцового припоя (безвыводные компоненты) (параграф 4.3.5)
Метод G1 – тест баланса смачивания с использованием шарика бессвинцового припоя (параграф 4.3.6)
Данные методы испытания включены только для оценочных целей. Собранные данные следует направить в группу измерительных методов оценки смачивания (Wetting Balance Task Group) IPC для их анализа и определения корреляции с другими данными. Методы E, F, G, E1, F1 и G1 **не должны** использоваться для приёмки/выбраковки компонентов без соответствующего соглашения между пользователем и поставщиком.

1.4 Стойкость покрытия. Ниже приведены рекомендации для определения требуемой категории надёжности при испытания воздействием пара (см. таблицу 1–1), не являющиеся требованиями стандарта. В рекомендациях по стойкости покрытий описаны три широких области использования. Однако они никоим образом не отражают всю широту возможных способов использования изделий. Пользователь и поставщик должны согласовать требования к стойкости покрытия. 3-я категория стойкости покрытия - стандартная для покрытий на основе олова.
Категория 1 – Минимальная стойкость покрытия присваивается поверхностям, которые будут припаяны в течение небольшого периода времени

(напр. в течение не более чем 6 месяцев) с момента испытания и до пайки, скорее всего, будут подвергаться минимальным термическим воздействиям (см. п. 5.6).

Категория 2 – Обычная стойкость покрытия присваивается поверхностям, которые будут припаяны через длительное время после испытания и до пайки могут подвергаться ограниченному термическому воздействию (см. п. 5.6).

Категория 3 – Повышенная стойкость покрытия (стандартна для покрытий на основе олова) присваивается поверхностям , паяемость которых может ухудшиться из-за хранения более 6 месяцев или многократных термических воздействий (см. п. 5.6).

Таблица 0-1 Категории при испытаниях воздействием пара для выводов и контактов компонентов

Категория 1	Категория 2	Категория 3
Испытания воздействием пара не требуется	Испытания воздействием пара 1 час ± 5 мин.	Испытания воздействием пара 8 часов ± 15 мин.

1.5 Арбитражное испытание для методов А, В, С, А1, В1, С1. Если на погружаемой части вывода обнаруживаются дефекты, например неровности поверхности, следы шлака или дефекты, которые могут быть вызваны неправильным погружением в припой, может потребоваться повторное (арбитражное) погружение сомнительного вывода в припой. После повторной проверки, если дефект был удалён, он считается невыбраковочным косметическим дефектом поверхности. Если дефект сохранился, он **должен** классифицироваться как выбраковочный дефект паяемости. Данную процедуру следует использовать только для одного компонента из партии. Постоянное повторное погружение вывода может указывать на ошибки при проведении испытания, ошибки в интерпретации результатов, а также на плохое качество компонентов.

1.6 Ограничения Данный стандарт **не должен** толковаться как описание производственной процедуры облуживания выводов или контактов. Проверка паяемости компонентов относится к разрушающим испытаниям, поэтому испытанный компонент не должен использоваться для оценки работоспособности изделия. Компоненты, использованные для проверки паяемости, **должны** использоваться только как оговорено в соглашении между пользователем и поставщиком.

1.7 Контрактные договорённости. Если приведенные значения параметров испытания непригодны или недостаточны, пользователь и поставщик могут согласовать другие значения параметров испытания.

2 НОРМАТИВНЫЕ ССЫЛКИ

Следующие документы текущих редакций являются частью данного стандарта, до оговоренных в документе пределов.

2.1 Промышленные

2.1.1 IPC[1]

IPC-T-50 Термины и определения

IPC-TR-464 Ускоренное состаривание для оценки паяемости и Дополнение

J-STD-004 Требования к паяльным флюсам

J-STD-005 Требования к паяльным пастам

J-STD-006 Требования к припоям и флюсам для пайки электронных компонентов, а также к бесфлюсовым твёрдым припоям для пайки электронных компонентов.

IPC-TM-650 Справочник по методам испытаний

2.1.2 Международная электротехническая комиссия (МЭК) (англ. IEC)[2]

IEC 60068–2-69 Environmental testing – Часть 2–69: Испытания – Метод Те: Определение паяемости компонентов для поверхностного монтажа (КПМ) путём измерения силы смачивания.

2.2 Правительственные

2.2.1 Федеральные

(CID) A-A-59551 Провода, электрические, медные (неизолированные)

3 ТРЕБОВАНИЯ

3.1 Термины и определения. Определения терминов **должны** соответствовать стандарту IPC-T-50. Термины, взятые из стандарта IPC-T-50, помечены звёздочкой (*).

*Десмачивание**[3] Условие когда припой, покрывающий поверхность впоследствии скатывается в капли неправильной формы, разделенные зонами, покрытыми тонкой плёнкой припоя без обнажения металла подложки.

Разрушение металлизации компонента Потеря или удаление металлизации с участка подложки или материала основы после погружения в расплавленный припой.

Равновесное смачивание Степень смачивания при которой силы смачивания равны гравитационным силам.

Примечание: Такое смачивание наступает когда кривая смачивания переходит в горизонтальный участок (см. рис. 4-10).

*Отсутствие смачивания припоем** Частичное облуживание расплавленным припоем контактирующей поверхности, при котором часть металла подложки остается непокрытой.

*Пора** Дефект в виде отверстия, проникающего через слой материала.

*Паяемость** Способность металла смачиваться расплавленным припоем.

*Пора в паяном соединении** Малое отверстие, соединяющее поверхность паяного соединения с полостью неопределённого размера внутри паяного соединения.

*Смачивание припоем** Образование сравнительно однородной, ровной, плотно прилегающей и без разрывов плёнки припоя на металле подложки.

[1] www.ipc.org

[2] www.iec.ch

[3] По ГОСТ 17325-79. Десмачивание - Увеличение краевого угла смачивания или уменьшение площади растекания припоя при пайке или лужении по сравнению с их первоначально достигнутыми значениями.

3.2 Материалы. Все химические реагенты должны быть класса не хуже «ч» (чистый) (англ. - commercial). Для исключения влияния загрязнений по необходимости всегда **должны** использоваться свежие растворители.

3.2.1 Припой. Для испытаний со свинецсодержащими припоями (оловянно-свинцовыми) припой должен быть Sn60Pb40 или Sn63Pb37 по J-STD-006. В процессе испытания состав припоя, включая уровень загрязнений, должен поддерживаться в соответствии с п. 3.5.2.
Состав оловянно-свинцовой паяльной пасты, используемой в испытании по методу S, должен быть Sn60Pb40 или Sn63Pb37 для свинцовой пайки по J-STD-005, размер сита -325/+500, тип флюса - ROL1. Условия хранения и срок годности паяльной пасты должны соответствовать требованиям, указанным в спецификации производителя.
Для бессвинцовых испытаний состав припоя должен быть Sn96.5Ag3.0Cu0.5 (SAC305) по J-STD-006. По соглашению между пользователем и поставщиком могут использоваться другие бессвинцовые припои.
Состав бессвинцовой паяльной пасты, используемой в испытании по методу S1, должен быть Sn96,5Ag3,0Cu0,5 (SAC305) по J-STD-305, размер сита -325/+500, тип флюса - по соглашению между пользователем и поставщиком. Условия хранения и срок годности паяльной пасты должны соответствовать требованиям, указанным в спецификации производителя. По соглашению между пользователем и поставщиком могут использоваться другие бессвинцовые припои.

3.2.2 Флюс. Флюс для определения паяемости при использовании оловянно-свинцового припоя — стандартный активный канифольный флюс №1, состава 25% ± 0,5% канифоли и 0,15% ± 0,01% диэтиламина гидрохлорида (CAS 660-68-4) в 74,85% ± 0,5% изопропилового спирта (Все проценты - весовые) (см. таблицу 3–1).
Флюс для определения паяемости при использовании бессвинцового припоя — стандартный активный канифольный флюс №2, состава 25% ± 0,5% канифоли и 0,39% ± 0,01% диэтиламина гидрохлорида (CAS 660-68-4) в 74,61% ± 0,5% изопропилового спирта (Все проценты - весовые) (см. таблицу 3–1).

Таблица 1-2 Состав флюсов

Компонент	Содержание, вес. %	
	Флюс №1	Флюс №2
Канифоль	25 ± 0,5	25 ± 0,5
Диэтиламина гидрохлорид (CAS 660-68-4)	0,15 ± 0,01	0,39 ± 0,01
Изопропиловый спирт (CAS 67-63-0)	Остальное	Остальное
Содержание хлора в % от твердых веществ	0,2	0,5

Приложение E содержит перечень поставщиков испытательных промышленных флюсов.
Флюс, используемый для медных проводов (см. 3.2.4) для испытаний C и C1 должен соответствовать J-STD-004, тип ROL1. Данный флюс должен использоваться только для подготовки медных проводов для проведения испытаний и не должен использоваться для выполнения испытаний для определения паяемости по любой из изложенных здесь методик.

3.2.2.1 Уход за флюсом Стандартные активные канифольные флюсы № 1 и 2 при неиспользовании должны быть закрытыми и заменяться каждые 8 часов, или необходимо поддерживать плотность флюса в пределах 0,843 ± 0,005 при 25 ± 2°C [77 ± 3,6°F] и заменять его после недельного использования.

3.2.3 Удаление флюса. Материалы, используемые для отмывки выводов и клемм от флюса перед визуальной оценкой паяемости, **должны** удалять видимые остатки флюса (см. п. 5.4). Очищенная поверхность **не должна** подвергаться механическим воздействиям.

3.2.4 Тест-провода. Тест-провода, указанные в п. 4.2.3.2 должны изготавливаться из меди типа S, мягкой или тянутой и отожжённой, без покрытия в соответствии с (CID) A-A-59551 и подготавливаться к испытанию в соответствии с нижеследующей процедурой.
Номинальный диаметр проводов должен быть 0,6 мм [0,023 дюйма]. Подготовка проводов к испытанию осуществляется следующим образом:

a. Выпрямите провода и нарежьте их на куски подходящей длины (минимум 50 мм [1,9 дюйма]).
b. Обезжирьте их погружением в соответствующий растворитель (напр., изопропиловый спирт) на две минуты.
c. Декапируйте провода в 10% (по объёму) растворе борофтористоводородной кислоты HBF_4, в воде, в течение пяти минут при комнатной температуре и перемешивании. При работе с химическими реагентами будьте предельно осторожны.
d. Извлеките провода и смойте остатки кислоты следующим образом:
   1. Два ополаскивания деионизованной или дистиллированной водой комнатной температуры.
   2. Два ополаскивания изопропиловым спиртом.
   3. Сушка на воздухе.
e. Погрузите провода во флюс J-STD-004, тип ROL1.
f. Погрузите провода на пять секунд в расплав оловянно-свинцового припоя с температурой 245 ± 5°C. [473 ± 9°F] или расплав бессвинцового припоя с температурой 255 ± 5°C. [491 ± 9°F] на пять секунд.

Для удаления или растворения остатков флюса промойте или ополосните провода как описано в п. 3.2.3.
Если подготовленные к испытанию обрезки проводов не планируется использовать немедленно, их следует хранить в сухом, плотно закрытом контейнере. Срок годности подготовленных к испытанию тест-проводов не должен превышать 30 дней со дня подготовки.

3.2.5 Вода. Вода, используемая для испытаний воздействием пара **должна** быть дистиллированной или деионизованной.

3.3 Оборудование. Следующее оборудование используется в более чем одной из методик испытания, приведенных в стандарте.
Специализированное оборудование для любого из приведенных методов, описывается в специальных параграфах 4, в описании методик.

3.3.1 Аппарат для испытаний воздействием пара (пропариватель). Камера пропаривателя **должна**

быть изготовлена из коррозионно-стойких материалов, таких как боросиликатное стекло, кварцевое стекло, нержавеющая сталь или тефлон (PTFE). Держатели образцов **должны** быть выполнены из инертных материалов для предотвращения электрохимической коррозии. Камера должна быть теплоизолирована. Температура пара при испытаниях **должна** поддерживаться на уровне, указанном в таблице 3–2.

Таблица 1-3 Температура пара при испытаниях

Высота над уровнем моря	Средняя локальная точка кипения °C	Предел температуры пара °C
0–305 м	100	93 ± 3
305–610 м	99	92 ± 3
610–914 м	98	91 ± 3
914–1219 м	97	90 ± 3
1219–1524 м	96	89 ± 3
1524–1829 м	95	88 ± 3

Камера **должна** быть оснащена защитными устройствами для предотвращения создания высокого давления в камере и средствами контроля за уровнем воды в испарителе. Ни одно из них **не должно** вызывать охлаждение пара до температуры, ниже указанной. Конденсат **должен** свободно стекать в испаритель. Следует принять специальные меры для минимизации контакта образца с конденсатом.

3.3.2 Ёмкость/ванна для припоя. Для испытаний, приведенных в данном стандарте, **должна** использоваться термостатируемая ванна для припоя. Размеры ванны **должны** быть достаточными для размещения образцов и содержания количества припоя, достаточного для поддержания требуемой температуры и допустимого уровня загрязнений припоя во время испытаний (см. п. 3.5.1 и 3.5.2). Минимальное количество используемого припоя должно быть 750 г.

Примечание: Следует принять специальные меры для предотвращения повреждения ёмкости из-за эрозии металла при использовании бессвинцовых припоев.

3.3.3 Оборудование для визуального контроля. Во всех методах испытания, использующих визуальный контроль, **должен** использоваться микроскоп с 10-кратным увеличением (см. описание методик), оснащённый визирной сеткой или аналогичным приспособлением для проведения измерений. Пример визирной сетки показан на рис. 3-1. Для корректной оценки результатов **должен** использоваться источник света, не дающий тени.

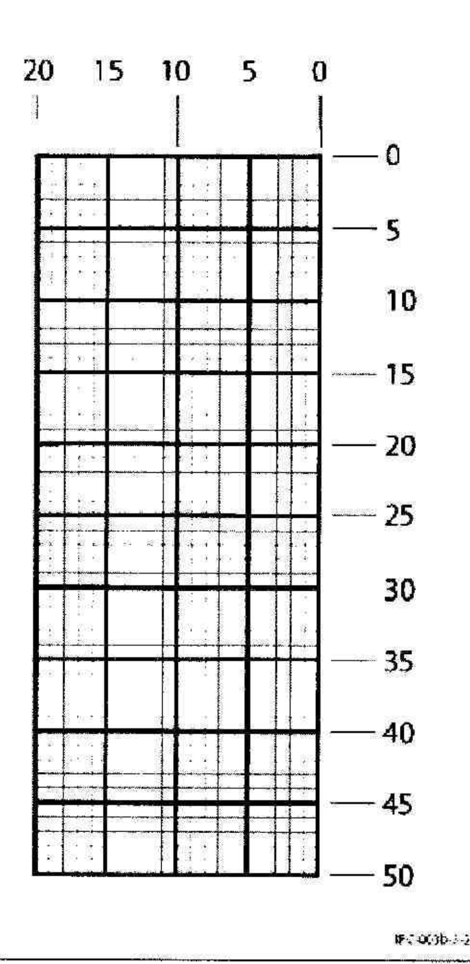


Рисунок 1-1 Пример визирной сетки

3.3.3.1 Арбитражное увеличение. Арбитражное увеличение **должно** быть 30-кратным. Для компонентов с очень малым шагом выводов или контактов (с шагом 0,5 мм [0,020 дюйма] или меньше) арбитражное увеличение **должно** быть 70-кратным. Арбитражные увеличения **должны** использоваться только для перепроверки изделий, выбракованных при стандартном увеличении.

3.3.4 Погружное оборудование. Устройство для погружения образцов в расплав припоя **должно** быть механическим/электромеханическим и оснащено средствами контроля скорости погружения/подъёма, времени контакта образца с припоем и глубины погружения, как указано в п. 4.2.1 - 4.2.9. Устройство крепления образцов **должно** быть сконструировано таким образом, чтобы избежать попадания флюса в точки крепления, минимизировать теплопотери и обеспечить максимальную воспроизводимость результатов.

3.3.5 Хронометражное оборудование. Хронометражное оборудование **должно** быть автоматическим, где необходимо, и обеспечивать точность, достаточную для используемых методов испытания.

3.4 Подготовка к испытаниям и характеристики поверхности

3.4.1 Подготовка образца и характеристики поверхности. Все выводы и контакты компонентов должны проверяться в условиях максимально

приближенных к условиям процесса реального монтажа. Обращение с испытуемым образцом **должно** быть таким, чтобы не вызвать загрязнение поверхностей образца, а также их обтирку, очистку, истирание или шлифовку.

Специальная подготовка выводов или контактов, например изгиб или переориентация перед испытанием, **должна** быть оговорена в соответствующих документах поставки. Если с многопроволочных проводов должна быть удалена изоляция, это **должно** быть сделано таким образом, чтобы не распустить и не повредить отдельные проволочки.

3.4.1.1 Категории испытаний воздействием пара. Пользователь **должен** указать поставщику отдельной частью договора о поставке требования к стойкости покрытия (см. 1.4). Ускоренное испытание воздействием пара должно производиться в соответствии с таблицей 1–1. Определение паяемости должно проводиться подходящим методом, приведенным в таблице 3–3.

3.4.2 Испытания воздействием пара. Перед нанесением флюса и последующим определением паяемости, все образцы относящиеся к категории стойкости покрытия 2 и 3 должны быть обработаны паром в условиях, описанных в п. 3.3.1 при температуре пара на 7°C [12,6°F] ниже локальной температуры кипения (см. таблицу 3–2).

Все испытываемые компоненты **должны** быть помещены в камеру обработки паром таким образом, чтобы их выводы или контакты не соприкасались, и чтобы образующийся на выводах конденсат стекал с выводов, а не попадал на корпуса компонентов, например для компонентов с двухрядными выводами (DIP) в положении выводами вверх (*англ. «Dead Bug» в положении «мётвого жука» - прим перев.*).

Образцы **не должны** штабелироваться, чтобы не препятствовать доступу пара к поверхности. Образцы **должны** располагаться на расстоянии не менее 10 мм [0,39 дюйма] от наружных стенок камеры и **не должны** контактировать с внутренними стенками контейнера. Кроме этого никакая часть образца **не должна** находиться ниже 40 мм [1,57 дюйма] над уровнем жидкости.

Таблица 1-4 Выбор метода испытания

Метод испытания	Провода	Монтируемые в отверстия	КПМ: Безвыводные	КПМ: с J-образными выводами	КПМ: С выводами типа «крыло чайки»
Испытания с визуальной оценкой результатов					
A – погружение в ванну с оловянно-свинцовым припоем и визуальный осмотр (выводные компоненты) A1 – погружение в ванну с бессвинцовым припоем и визуальный осмотр (выводные компоненты)		X		X	X
B – погружение в ванну с оловянно-свинцовым припоем и визуальный осмотр (выводные компоненты) B1 – погружение в ванну с бессвинцовым припоем и визуальный осмотр (безвыводные компоненты)			X		
C – Определение паяемости компонентов с проводами оловянно-свинцовым припоем C1 – Определение паяемости компонентов с проводами бессвинцовым припоем	X				
D – Метод на определение стойкости к разрушению металлизации (Свенецсодержащий и бессвинцовый припой)			X	X	X
S – Метод с имитацией процесса поверхностного монтажа с оловянно-свинцовым припоем S1 – Метод с имитацией процесса поверхностного монтажа с бессвинцовым припоем			X	X	X
Измерительные испытания.					
E – Измерение смачивания оловянно-свинцовым припоем в ванне (выводные компоненты) E1 – Измерение смачивания бессвинцовым припоем в ванне (выводные компоненты)		X		X	X
F – Измерение смачивания оловянно-свинцовым припоем в ванне (безвыводные компоненты) F1 – Измерение смачивания бессвинцовым припоем в ванне (безвыводные компоненты)			X		
G – Измерение смачивания шариком оловянно-свинцового припоя G1 – Измерение смачивания шариком бессвинцового припоя			X	X	X

3.4.2.1 Постобработочная сушка. По окончании испытаний воздействием пара образцы **должны** быть немедленно извлечены из камеры и высушены естественным путём (на воздухе). Испытание на определение паяемости **должно** быть проведено в течение 72 часов после извлечения компонентов из камеры обработки паром.

3.4.2.2 Уход за оборудованием. Перед использованием пропариватель **должен** быть вымыт с использованием деионизованной/дистиллированной воды или перекиси водорода для удаления накопившихся загрязнений. Такую чистку необходимо проводить один раз в пять дней работы пропаривателя.

3.4.3 Испытуемые поверхности. Критические зоны выводов или контактов, участвующие в процессе пайки, **должны** оцениваться на паяемость в соответствии с выбранным методом испытания (см. приложение А). Данная оценка должна включать выводы с нижней стороны корпусов и на всех поверхностях под пайку на дискретных устройствах. У выводов для монтажа в отверстия, испытанных по методу А (см. 4.2.1.4) **должна** оцениваться 25 мм [0,98 дюйма] зона или весь вывод, если его длина меньше 25 мм [0.98 дюйма]. Метод испытания **должен** выбираться по таблице 3–3.

Поверхности, испытываемые по методу D, при погружении в расплавленный припой должны полностью окунаться (см. п. 4.2.4).

3.5 Требования к расплаву припоя

3.5.1 Температура припоя. Температура оловянно-свинцового припоя при испытании на определение паяемости должна быть 245 ± 5°С [473 ± 9°F]. Температура бессвинцового припоя при испытании на определение паяемости должна быть 255 ± 5°С [491 ± 9°F]. В методе D температура припоя должна быть 260 ± 5°С [500 ± 9°F] и для оловянно-свинцового, и для бессвинцового припоев.

3.5.2 Контроль загрязнения припоя. Припой в ванне, используемый для проведения испытаний должен контролироваться химическими или спектрографическими методами, или заменяться не реже 1 раза в 30 рабочих дней. Уровень загрязнений и содержание олова должно быть в пределах, приведенных в таблице 3–4. Интервалы между анализами могут быть увеличены, если результаты анализов показывают, что до достижения предельных уровней загрязнения еще далеко. Состав бессвинцового припоя, включая уровень загрязнений, должен поддерживаться в течение испытаний регулировкой содержания серебра и меди в соответствии с требованиями к припою.

Таблица 1-5 Предельные уровни загрязнения припоя в ванне.

Загрязнитель	Максимальный предел содержания загрязнителя в вес. %. Sn-Pb припои (1,2)	Максимальный предел содержания загрязнителя в вес. %. Бессвинцовые припои (3,4)
Медь	0,300	1,000
Золото	0,200	0,200
Кадмий	0,005	0,005
Цинк	0,005	0,005
Алюминий	0,006	0,006
Сурьма	0,500	0,500
Железо	0,020	0,020
Мышьяк	0,030	0,030
Висмут	0,250	0,250
Серебро	0,100	4,000
Никель	0,010	0,010
Свинец	N/A	0,100

Примечание:

1. Содержание олова в припое должно поддерживаться на уровне ± 1% от номинального состава припоя. Определение содержания олова должно проводиться с той же периодичностью что и определение содержания меди/золота. Остальное должен составлять свинец и компоненты, приведенные выше.
2. Максимальное суммарное содержание меди, золота, кадмия, цинка и алюминия не должно превышать 0,4%. Неприменимо к бессвинцовым припоям.
3. Содержание олова в припое должно поддерживаться на уровне ± 1% от номинального состава припоя. Определение содержания олова должно проводиться с той же периодичностью что и определение содержания меди/серебра. Остальное должны составлять компоненты, приведенные выше.
4. Максимальное суммарное содержание загрязнителей для припоя Sn96.5Ag3.0Cu0.5 (SAC305) — в соответствии с J-STD-006 По соглашению между пользователем и поставщиком могут использоваться другие пределы загрязнения для бессвинцовых припоев.

ПРИМЕЧАНИЕ: Под рабочим днём подразумевается 8-часовый период, или меньшее время, в течение которого припой расплавлялся и использовался.

Если уровень загрязнения превышает пределы, приведенные в таблице 3–4, припой должен быть заменен и интервалы между анализами сокращены. Должен быть разработан, внедрён и задокументирован график отбора проб, отражающий процесс контроля уровня загрязнения припоя.

4 МЕТОДЫ ИСПЫТАНИЙ

4.1 Использование флюса. Должен использоваться флюс, указанный в п. 3.2.2. На выводы и контакты должен быть нанесен флюс. Флюс наносится таким образом, чтобы он равномерно покрывал все испытуемые поверхности. Флюс **должен** иметь комнатную температуру. Данный параграф 4.1 **должен** применяться ко всем следующим методам испытания: А., В., С., D., Е., F., G, А1, В1, С1, Е1, F1 и G1; и **не должен** применяться к методам испытания S и S1, которые требуют использования паяльной пасты, а не флюса.

У аксиальных, радиальных и многовыводных компонентов, предназначенные для монтажа в отверстия, выводы **должны** погружаться во флюс как можно более перпендикулярно по отношению к поверхности флюса. У выводных или безвыводных компонентов для поверхностного монтажа выводы или контакты **должны** погружаться под углом от 20° до 45° к поверхности флюса. Испытуемые поверхности **должны** погружаться во флюс на 5 - 10 секунд. Любые образующиеся капли флюса **должны** удаляться промакиванием. При этом необходимо внимательно следить за тем, чтобы не удалить флюс с испытуемой поверхности.Для малых пассивных компонентов поверхностного монтажа капли флюса могут (но не обязательно) быть удалены промакиванием с поверхности. Испытуемый образец **должен** обсохнуть в течение 5 - 20 секунд перед погружением в расплав. При этом образец **не должен** помещаться над ёмкостью с припоем (не подогревать) перед погружением в расплав припоя.

4.2 Испытания с визуальной оценкой результатов

4.2.1 Метод А – Погружение выводных компонентов (выводы, провода и т.п.) в ванну с оловянно-свинцовым припоем и визуальный осмотр. Данный метод предназначен для оценки паяемости выводных компонентов, однопроволочных проводников, многопроволочных проводников (диаметром) не менее 0,254 мм [0,01 дюйма].

4.2.1.1 Аппаратура

4.2.1.1.1 Ёмкость/ванна с припоем. Должна использоваться ванна с припоем, отвечающая требованиям, изложенным в п. 3.3.2. Припой **должен** отвечать требованиям, изложенным в п. 3.2.1. Температура припоя в ванне и содержание загрязнений в припое **должны** соответствовать п. 3.5.1 и 3.5.2.

4.2.1.1.2 Погружное устройство. Должно использоваться механическое или электромеханическое устройство, аналогичное показанному на рис. 4–1, если иное не оговорено в контракте между пользователем и поставщиком. Скорость погружения, время контакта образца с припоем и скорость подъёма **должны** находиться в пределах, приведенным в п. 4.2.1.3. Выводы компонентов, монтируемых в отверстия, **должны** поддерживаться перпендикулярно поверхности припоя. Выводные КПМ **должны** погружаться под углом 20° - 45° (или 90° при согласовании) к поверхности расплава припоя(см. рис. 4–2). Данный угол **должен** быть постоянным для компонентов заданного типа. Колебания, вибрации и другие посторонние движения **должны** быть минимизированы.

ПРИМЕЧАНИЕ: Температура припоя в ванне станции пайки, как показано на рис. 4-1 **должна** быть:
a) 245 ± 5°C [473 ± 9°F] для испытаний с оловянно-свинцовым припоем, или
b) 255 ± 5°C [491 ± 9°F] для испытаний с бессвинцовым припоем.

4.2.1.2 Подготовка. Подготовка образца **должна** проводиться в соответствии с п. 3.4.

4.2.1.3 Процедура

a. Окислы и обгоревший флюс **должны** удаляться с поверхности расплава припоя непосредственно перед погружением.
b. Покрытый флюсом образец компонента, монтируемых в отверстия, **должен** погружаться в расплавленный припой до установочной плоскости, но не ближе 1,25 мм [0,049 дюйма] от корпуса компонента до поверхности расплава припоя (см. рис. 4–3).
c. Погружение и извлечение образца проводится со скоростью 25±6 мм [0,984 ± 0,24 дюйма] в секунду. Время контакта образца с расплавом припоя — 5 +0/-0,5 секунд (см. п. 5.2).
d. После извлечения, припой **должен** затвердеть при естественном охлаждении. Всё это время образец остаётся в исходной позиции испытания.
e. Перед визуальной проверкой все видимые остатки флюса **должны** быть удалены со всех выводов компонента, как описано в п. 3.2.3.

4.2.1.4 Оценка

4.2.1.4.1 Увеличение. Компоненты **должны** быть исследованы с 10-кратным увеличением с помощью оборудования, указанного в п. 3.3.3. Для компонентов с очень малым шагом выводов или контактов (с шагом 0,5 мм [0,019 дюйма] или меньше) увеличение при осмотре **должно** быть 30-кратным.

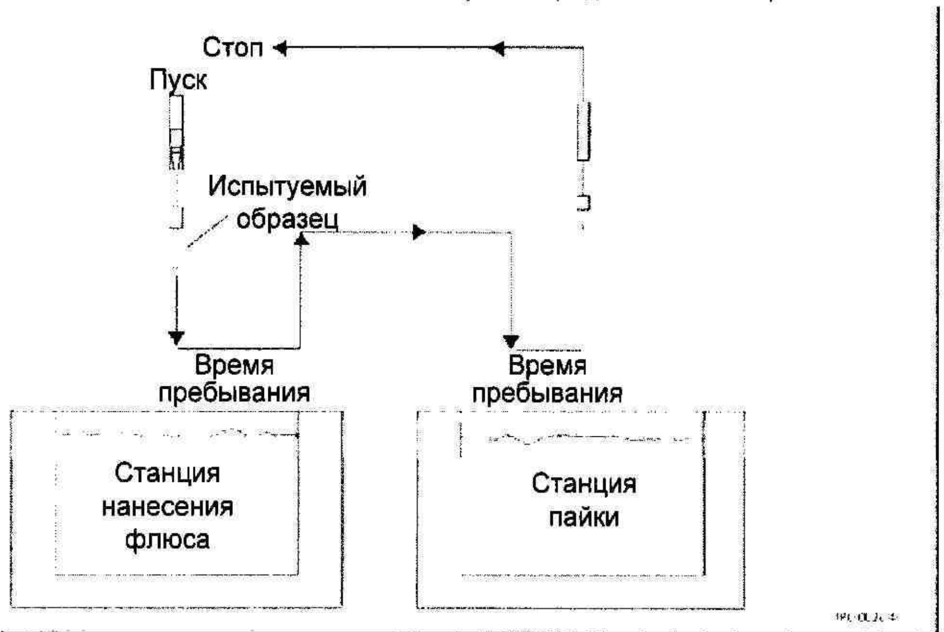


Рисунок 1-2 Схема проведения испытания

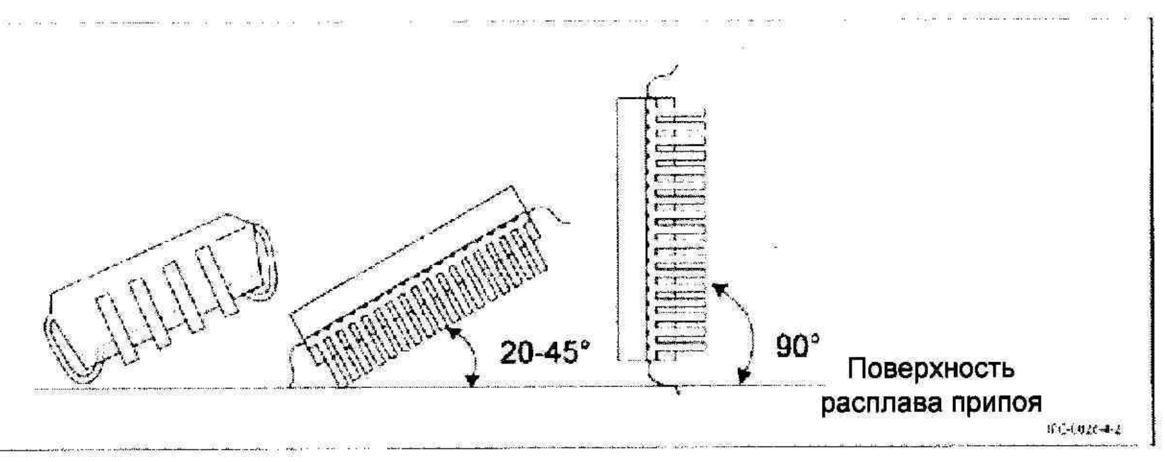


Рисунок 1-3 Углы погружения выводных компонентов поверхностного монтажа.

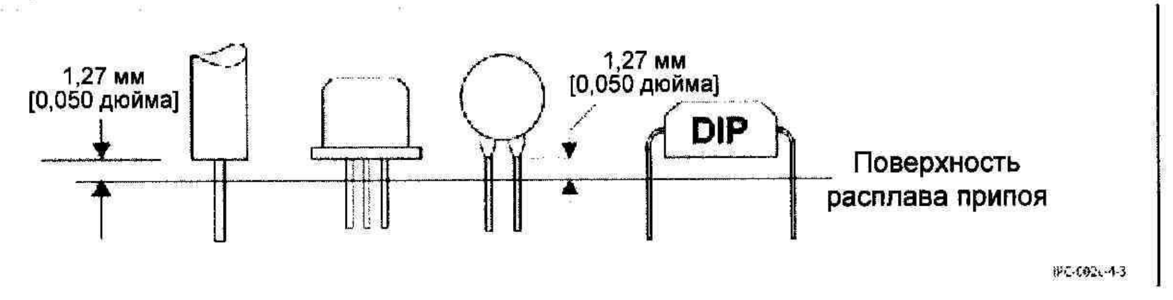


Рисунок 1-4 Углы погружения выводных компонентов, монтируемых в отверстия

4.2.1.4.2 Критерии приёмки. Все выводы **должны** иметь сплошное покрытие припоем без дефектов по меньшей мере на 95% площади критической зоны любого отдельного вывода. Для корпусов с выступающими теплопроводными пластинами по меньшей мере 80% площади критической зоны данной пластины должно иметь сплошное ровное покрытие припоем без дефектов.

Дефекты, не связанные с десмачиванием, отсутствием смачивания и порами, не являются выбраковочными дефектами (см. приложения A и B) Оголённый металл выводов допускается для компонентов поверхностного монтажа на пятках и вертикальных поверхностях, которые либо не покрываются, либо обрезаются в процессе производства компонентов.

4.2.2 Метод В – Погружение безвыводных компонентов в ванну с оловянно-свинцовым припоем и последующий осмотр. Данный метод предназначен для определения паяемости безвыводных компонентов.

4.2.2.1 Аппаратура

4.2.2.1.1 Ёмкость/ванна с припоем. Должна использоваться ванна с припоем отвечающая требованиям, изложенным в п. 3.3.2. Припой **должен** отвечать требованиям, изложенным в п. 3.2.1. Температура припоя в ванне и содержание загрязнений в припое **должны** соответствовать п. 3.5.1 и 3.5.2.

4.2.2.1.2 Погружное устройство. Должно использоваться механическое или электромеханическое устройство, аналогичное показанному на рис. 4–1, если иное не оговорено в контракте между пользователем и поставщиком. Скорость погружения, время контакта образца с расплавом припоя и скорость подъёма **должны** находиться в пределах, приведенным в п 4.2.2.3. Безвыводные компоненты поверхностного монтажа **должны** погружаться в припой под углом 20°-45°к поверхности припоя, а дискретные компоненты и компонентов с выступающими теплопроводными пластинами — под углом 90°. По согласованию с поставщиком можно использовать другие углы погружения.

4.2.2.2 Подготовка. Подготовка образца **должна** проводиться в соответствии с п. 3.4.

4.2.2.3 Процедура

a. Окислы и обгоревший флюс **должны** удаляться с поверхности расплава припоя непосредственно перед погружением образца.
b. Покрытый флюсом компонент **должен** быть погружён в расплавленный припой на глубину не менее 0,10 мм [0,0039 дюйма] (см. рис. 4–4). Погружение и извлечение образца проводится со скоростью 25±6 мм [0,984 ± 0,24 дюйма] в секунду. Время контакта образца с расплавом припоя — 5 +0/-0,5 секунд. Массивные компоненты могут потребовать большего времени контакта с расплавом припоя (см. п. 5.2).
c. После извлечения, припой **должен** затвердеть при естественном охлаждении. Всё это время образец остаётся в исходной позиции испытания.
d. Перед визуальной проверкой все видимые остатки флюса **должны** быть удалены со всех контактов компонента, как описано в п. 3.2.3.

4.2.2.4 Оценка

4.2.2.4.1 Увеличение. Компоненты **должны** быть исследованы с 10-кратным увеличением с помощью оборудования, указанного в п. 3.3.3. Для компонентов с очень малым шагом выводов или контактов (с шагом 0,5 мм [0,020 дюйма] или меньше) увеличение при осмотре **должно** быть 30-кратным.

4.2.2.4.2 Критерии приёмки. Все контакты **должны** иметь сплошное покрытие припоем без дефектов по меньшей мере на 95% площади критической зоны любого отдельного контакта. Для корпусов с выступающими теплопроводными пластинами по меньшей мере на 80% площади критической зоны данной пластины **должно** иметь сплошное ровное покрытие припоем без дефектов. Дефекты, не связанные с десмачиванием, отсутствием смачивания и порами, не являются выбраковочными дефектами (см. приложения А и В) Оголённый металл выводов допускается для компонентов поверхностного монтажа на пятках и вертикальных поверхностях, которые либо не покрываются, либо обрезаются в процессе производства компонентов.

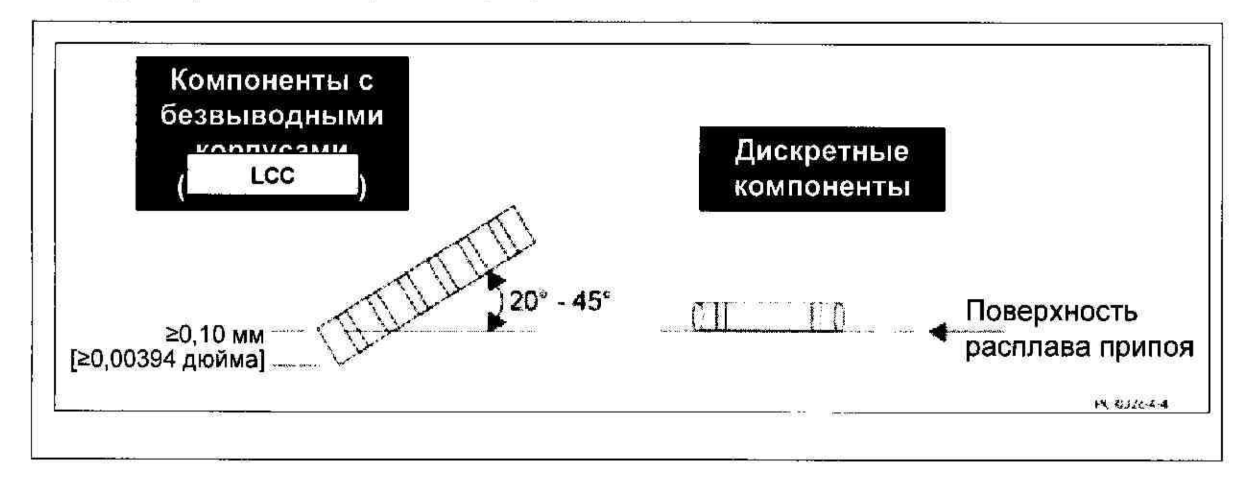


Рисунок 1-5 Глубина погружения безвыводных компонентов

4.2.3 Метод С – Определение паяемости компонентов (проушин, штырей, клемм, многопроволочных проводов большого диаметра) с помощью проволочного кольца с использованием оловянно-свинцового припоя. Данный метод предназначен для определения паяемости проушин, клемм, многопроволочных проводов диаметром более 1,016 мм [0,040 дюйма] и однопроволочных проводов диаметром более 1,143 мм [0,045 дюйма] с промощью проволочного кольца.

4.2.3.1 Аппаратура

4.2.3.1.1 Ванна с припоем. Должна использоваться ванна с припоем, отвечающая требованиям, изложенным в п. 3.3.2. Припой **должен** отвечать требованиям, изложенным в п. 3.2.1. Температура припоя в ванне и содержание загрязнений в припое **должны** соответствовать п. 3.5.1 и 3.5.2.

4.2.3.1.2 Погружное устройство. Должно использоваться механическое или электромеханическое устройство, аналогичное показанному на рис. 4–1, если иное не оговорено в контракте между пользователем и поставщиком. Скорость погружения, время контакта образца с расплавом припоя и скорость подъёма **должны** находиться в пределах, приведенных в п 4.2.3.3. Колебания, вибрации и другие посторонние движения **должны** быть минимизированы.

4.2.3.2 Подготовка. Подготовка образца **должна** проводиться в соответствии с п. 3.4.

a. Для оценки паяемости проушин, штырей, клемм, многопроволочных проводов диаметром более 1,016 мм [0,040 дюйма] и однопроволочных проводов диаметром более 1,143 мм [0,045 дюйма] с проводами все образцы **должны** иметь кольцо из 1,5 оборотов тест-провода вокруг рабочей зоны испытуемого образца.
b. Кольцо из тест-провода, описанного в п. 3.2.4 **должно** быть надето на образец таким образом, чтобы оно не перемещалось при погружении в припой. Примеры компонентов с кольцами показаны на рис. 4-5 - 4-8.
c. При необходимости, в спецификации на образец **должна** быть специальная инструкция, определяющая размеры окольцовываемой части образца.
d. Для проушин для проводов диаметром менее 0,6 мм [0,024 дюйма] тест-провод для колец как указано в п. 3.2.4 **должен** быть такого сечения, на которое рассчитаны проушины.

4.2.3.3 Процедура

a. **Должен** использоваться флюс, указанный в п. 3.2.2. Флюс **должен** быть окружающей (комнатной) температуры.
b. Контакты **должны** погружаться в припой на минимальную глубину, необходимую для покрытия испытываемой поверхности.
c. Испытуемые поверхности **должны** погружаться а припой на 5 - 10 секунд. Затем в течение 10-60 сек. надо дать стечь излишкам припоя.
d. Окислы и обгоревший флюс **должны** удаляться с поверхности расплава припоя непосредственно перед погружением образца.

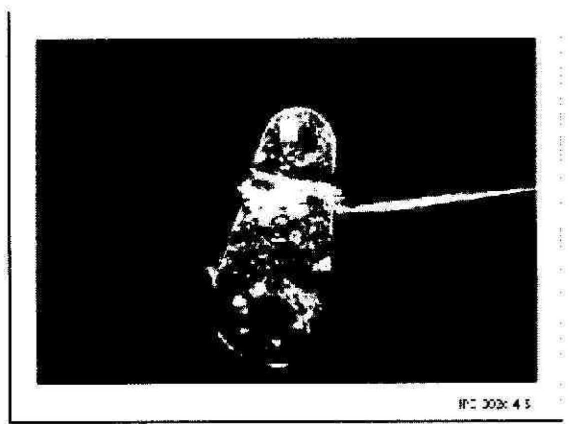


Рисунок 1-6 Пример приемлемой паяемости

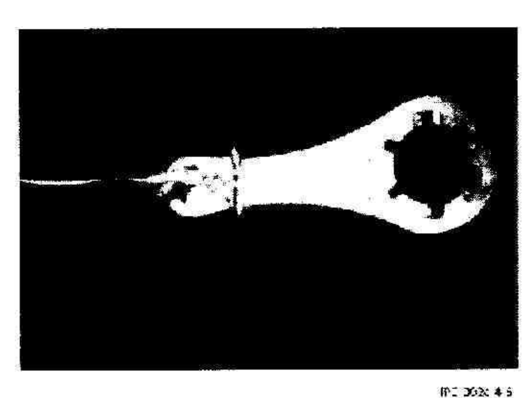


Рисунок 1-7 Пример непаяемой клеммы

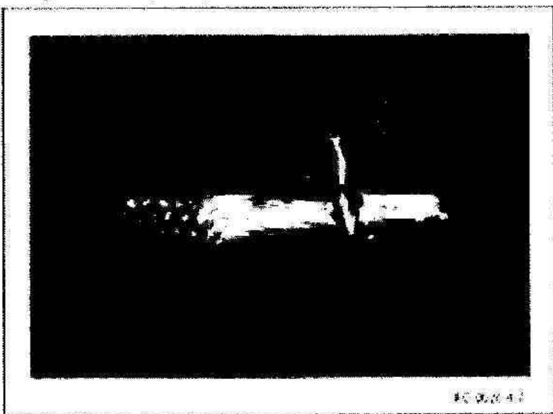


Рисунок 1-8 Пример скрученного провода с приемлемой паяемостью

e. Погружение и извлечение образца проводится со скоростью 25±6 мм [0,984 ± 0,24 дюйма] в секунду. Время пребывания образца в расплаве 7± 0,50 секунд.
f. Компонент **должен** быть закреплён в погружном устройстве. Покрытая флюсом часть должна однократно погружаться в расплав припоя на глубину, указанную в п. 4.2.3.3b.

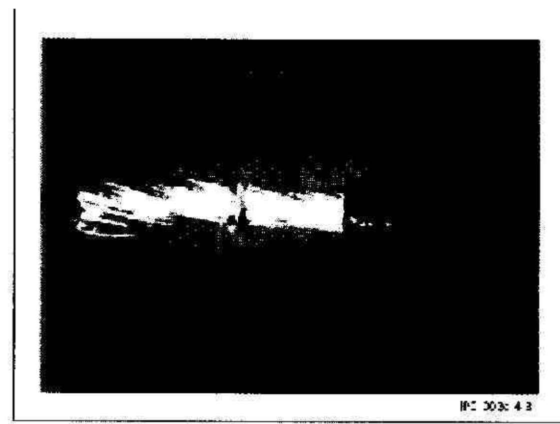


Рисунок 1-9 Пример частично паяемого многожильного провода с неполной галтелью

g. После погружения в расплав припоя и извлечения компонент **должен** быть охлажден на воздухе.

h. Перед визуальной проверкой все видимые остатки флюса **должны** быть удалены, как описано в п. 3.2.3.

4.2.3.4 Оценка

4.2.3.4.1 Увеличение. Компоненты должны быть исследованы с 10-кратным увеличением с помощью оборудования, указанного в п. 3.3.3.

4.2.3.4.2 Критерии приёмки. Критерии приемлемой паяемости проушин, штырей, клемм, многопроволочных проводов диаметром более 1,016 мм [0,040 дюйма] и однопроволочных проводов диаметром более 1,143 мм [0,045 дюйма] следующие:

a. Минимум 95% общей длины шва между кольцом провода и компонентом **должны** соприкасаться с поверхностью компонента и не иметь дефектов, таких как поры.
b. Неровная или прерывистая линия соприкосновения указывает на наличие дефектов.

При возникновении споров процент длины шва с дефектами **должен** быть определён измерительными методами. См. рис. В-4 в приложении В для оценки допустимости общего количества дефектов.

4.2.4 Метод D – Определение устойчивости металлизации к растворению оловянно-свинцовым или бессвинцовым припоем Данный метод предназначен для определения чувствительности компонентов к утрате паяемости в силу следующих причин:

a. Растворение металлизации на непаяемой подложке (что индицируется потерей смачиваемости), или
b. Накоплением загрязнений от материала подложки (что индицируется десмачиванием).

4.2.4.1 Аппаратура

4.2.4.1.1 Ёмкость/ванна с припоем. Должна использоваться ванна с припоем отвечающая требованиям, изложенным в п. 3.3.2. Припой **должен** отвечать требованиям, изложенным в п. 3.2.1. Температура припоя в ванне и содержание загрязнений в припое **должны** соответствовать п. 3.5.1 и 3.5.2.

4.2.4.1.2 Погружное устройство. Должно использоваться механическое или электромеханическое устройство, аналогичное показанному на рис. 4–1, если иное не оговорено в контракте между пользователем и поставщиком. Скорость погружения, время контакта образца с расплавом припоя и скорость подъёма **должны** находиться в пределах, приведенным в п 4.2.4.3.

4.2.4.1.3 Позиция (Угол погружения). Все компоненты **должны** погружаться вертикальным движением для обеспечения полного погружения паяемых поверхностей.

4.2.4.2 Подготовка. Подготовка образца **должна** проводиться в соответствии с п. 3.4.

4.2.4.3 Процедура

a. Окислы и обгоревший флюс **должны** удаляться с поверхности расплава припоя непосредственно перед погружением образца.
b. Покрытый флюсом металлизованный участок компонента **должен** погружаться в расплавленный припой только один раз на минимальную глубину, достаточную для покрытия испытываемых контактов.
c. Угол погружения **должен** быть 20°- 45°.
d. Погружение и извлечение образца проводится со скоростью 25±6 мм [0,984 ± 0,24 дюйма] в секунду. Время контакта образца с расплавом припоя — 30 +/-5 сек.

4.2.4.4 Оценка

4.2.4.4.1 Увеличение. Компоненты **должны** быть исследованы с 10-кратным увеличением с помощью оборудования, указанного в п. 3.3.3. Для компонентов с очень малым шагом выводов или контактов (с шагом 0,5 мм [0,020 дюйма] или меньше) увеличение при осмотре **должно** быть 30-кратным.

4.2.4.4.2 Критерии приёмки. Критерий приемлемой устойчивости к растворению металлизации / десмачиванию следующий: площадь разрушения металлизации /десмачивания с появлением несмоченного металла подложки, слоёв металлизации или керамической подложки после воздействия расплава припоя **не должна** превышать 5% площади металлизации, подвергнутой испытанию.

4.2.5 Метод S – Имитация процесса поверхностного монтажа с оловянно-свинцовым припоем. В данном методе для компонента имитируются реальные условия поверхностного монтажа методом оплавления.

4.2.5.1 Аппаратура

4.2.5.1.1 Металический/сетчатый трафарет. Для испытания **должен** использоваться металлический или сетчатый трафарет с отверстиями, соответствующими контактам испытуемого компонента. Если иное не определено в договоре между пользователем и поставщиком, номинальная толщина трафарета **должна** определяться по таблице 4–1.

Таблица 1-6 Выбор толщины трафарета

Номинальная толщина трафарета	Шаг выводов компонента
0,10 мм [0,00394 дюйма]	<0,508 мм [<0,020 дюйма]
0,15 мм [0,00591 дюйма]	0,508–0,635 мм [0,020–0,025 дюйма]
0,20 мм [0,00787 дюйма]	>0,635 мм [>0,025 дюйма]

4.2.5.1.2 Инструмент для нанесения пасты. Для нанесения пасты на трафарет **должен** использоваться резиновый или металлический ракель.

4.2.5.1.3 Испытательная подложка. Для испытания **должна** использоваться керамическая подложка номинальной толщиной 0,635 мм [0,025 дюйма]. По согласованию с поставщиком могут использоваться другие несмачиваемые припоем подложки.

4.2.5.1.4 Оборудование для оплавления припоя. Для оплавления припоя **должно** использоваться одно из следующих устройств: ИК/конвекционная паяльная печь, парофазная паяльная система или печь, способная нагреть образец до температуры оплавления оловянно-свинцовой пасты. Если иное не определено в договоре между пользователем и поставщиком, параметры процесса оплавления **должны** определяться по таблице 4–2.

Таблица 1-7 Выбор параметров процесса оплавления

	Температура	Время
Парофазное оплавление	215–219°C [419–426°F]	30–60 секунд при оплавлении
ИК/Конвекционная печь	150–170°C [302–338°F] Подогрев	50–70 секунд
	215–230°C [419–446°F] Оплавление	50–70 секунд
Печь	215–230°C [419–446°F]	2–5 минут (пока паста гарантированно не расплавится)

Примечание: Значения параметров процесса оплавления, приведенные в таблице 4–2, даны только для проведения испытаний для определения паяемости, и никоим образом не относятся к параметрам испытания на чувствительность компонентов к влажности при пайке оплавлением.

4.2.5.2 Подготовка Подготовка образца **должна** проводиться в соответствии с п. 3.4.

4.2.5.3 Процедура

a. Нанесите паяльную пасту (согласно п. 3.2.1) на испытательную подложку через металлический/сетчатый трафарет одним плавным движением с помощью металлического или резинового ракеля.
b. Аккуратно, стараясь не размазать отпечаток пасты, снимите трафарет.
c. Убедитесь в том, что полученный отпечаток геометрически соответствует выводам испытуемого компонента.
d. Поместите испытуемый компонент на отпечаток пасты на подложке.
e. Используя соответствующие увеличительные инструменты убедитесь в корректности установки компонента.
f. Поместите подложку с компонентом в печь и проведите процесс оплавления.
g. После оплавления аккуратно извлеките подложку с компонентом из печи и дайте ей остыть до комнатной температуры.
h. Удалите компонент(ы) с подложки. Выводы компонента могут слегка прилипать к подложке из-за остатков флюса.
i. Перед визуальной проверкой все видимые остатки флюса **должны** быть удалены со всех выводов компонента, как описано в п. 3.2.3. Проявляйте осторожность при удалении остатков флюса во избежание повреждения выводов.

4.2.5.4 Оценка

4.2.5.4.1 Увеличение. Компоненты **должны** быть исследованы с 10-кратным увеличением с помощью оборудования, указанного в п. 3.3.3. Для компонентов с очень малым шагом выводов или контактов (с шагом 0,5 мм [0,020 дюйма] или меньше) увеличение при осмотре **должно** быть 30-кратным.

4.2.5.4.2 Критерии приёмки. Все выводы **должны** иметь сплошное покрытие припоем без дефектов по меньшей мере на 95% площади критической зоны любого отдельного вывода. Для корпусов с выступающими теплоотводными пластинами по меньшей мере 80% площади критической зоны данной пластины должно иметь сплошное ровное покрытие припоем без дефектов. Дефекты, не связанные с десмачиванием, отсутствием смачивания и порами не являются выбраковочными дефектами (см. приложения А и В) Оголённый металл выводов допускается для компонентов поверхностного монтажа на пятках и вертикальных поверхностях, на которых либо отсутствует покрытие, либо они обрезаются в процессе производства компонентов.

4.2.6 Метод A1 – Погружение выводных компонентов (выводы, провода и т.п.) в ванну с бессвинцовым припоем и визуальный осмотр. Данный метод предназначен для оценки паяемости выводных компонентов, однопроволочных проводников, многопроволочных проводников (диаметром) не менее 0,254 мм [0,01 дюйма].

4.2.6.1 Аппаратура

4.2.6.1.1 Ёмкость/ванна с припоем. Должна использоваться ванна с припоем, отвечающая требованиям, изложенным в п. 3.3.2. Припой **должен** отвечать требованиям, изложенным в п. 3.2.1. Температура припоя в ванне и содержание загрязнений в припое **должны** соответствовать п. 3.5.1 и 3.5.2.

4.2.6.1.2 Погружное устройство. Должно использоваться механическое или электромеханическое устройство, аналогичное показанному на рис. 4–1, если иное не оговорено в контракте между пользователем и поставщиком. Скорость погружения, время контакта образца с расплавом припоя и скорость подъёма **должны** находиться в пределах, приведенных в п 4.2.6.3. Выводы компонентов, монтируемых в отверстия, **должны** поддерживаться перпендикулярно поверхности припоя. Выводные компоненты поверхностного монтажа **должны** погружаться под углом 20° - 45° (или 90° при согласовании) к поверхности расплава припоя (см. рис. 4–2). Данный угол **должен** быть постоянным для компонентов заданного типа. Колебания, вибрации и другие посторонние движения **должны** быть минимизированы.

4.2.6.2 Подготовка. Подготовка образца **должна** проводиться в соответствии с п. 3.4.

4.2.6.3 Процедура

a. Окислы и обгоревший флюс **должны** удаляться с поверхности расплава припоя непосредственно перед погружением образца.
b. Покрытый флюсом образец **должен** погружаться в расплавленный припой до 1,25 мм [0,049 дюйма] от корпуса компонента или до установочной плоскости (в зависимости от того, что дальше от корпуса компонента) для компонентов, монтируемых в отверстия (см. рис. 4–3).
c. Погружение и извлечение образца проводится со скоростью 25±6 мм [0,984 ± 0,24 дюйма] в секунду. Время контакта образца с расплавом припоя — 5 +0/-0,5 секунд (см. п. 5.2).
d. После извлечения, припой **должен** затвердеть при естественном охлаждении. Всё это время образец остаётся в исходной позиции испытания.
e. Перед визуальной проверкой все видимые остатки флюса **должны** быть удалены со всех выводов компонента, как описано в п. 3.2.3.

4.2.6.4 Оценка

4.2.6.4.1 Увеличение. Компоненты **должны** быть исследованы с 10-кратным увеличением с помощью оборудования, указанного в п. 3.3.3. Для компонентов с очень малым шагом выводов или контактов (с шагом 0,5 мм [0,019 дюйма] или меньше) увеличение при осмотре **должно** быть 30-кратным.

4.2.6.4.2 Критерии приёмки. Все выводы **должны** иметь сплошное покрытие припоем без дефектов по меньшей мере на 95% площади критической зоны любого отдельного вывода. Для корпусов с выступающими теплоотводными пластинами по меньшей мере 80% площади критической зоны данной пластины **должно** иметь сплошное ровное покрытие припоем без дефектов. Дефекты, не связанные с десмачиванием, отсутствием смачивания и порами, не являются выбраковочными дефектами (см. приложения A и B) Оголённый металл выводов допускается для компонентов поверхностного монтажа на пятках и вертикальных поверхностях, на которых либо отсутствует покрытие, либо они обрезаются в процессе производства компонентов.

4.2.7 Метод B1 – Погружение безвыводных компонентов в ванну с бессвинцовым припоем и визуальный осмотр. Данный метод предназначен для определения паяемости безвыводных компонентов.

4.2.7.1 Аппаратура

4.2.7.1.1 Ёмкость/ванна с припоем. Должна использоваться ванна с припоем отвечающая требованиям, изложенным в п. 3.3.2. Припой **должен** отвечать требованиям, изложенным в п. 3.2.1. Температура припоя в ванне и содержание загрязнений в припое **должны** соответствовать п. 3.5.1 и 3.5.2.

4.2.7.1.2 Вертикальное погружное устройство. Должно использоваться механическое или электромеханическое устройство, аналогичное показанному на рис. 4–1, если иное не оговорено в контракте между пользователем и поставщиком. Скорость погружения, время контакта образца с расплавом припоя и скорость подъёма **должны** находиться в пределах, приведенных в п 4.2.7.3. Безвыводные компоненты поверхностного монтажа **должны** погружаться в припой под углом 20°-45°к поверхности припоя, а дискретные компоненты и компонентов с выступающими теплоотводными пластинами — под углом 90°. По согласованию с поставщиком можно использовать другие углы погружения.

4.2.7.2 Подготовка. Подготовка образца **должна** проводиться в соответствии с п. 3.4.

4.2.7.3 Процедура

a. Окислы и обгоревший флюс **должны** удаляться с поверхности расплава припоя непосредственно перед погружением образца.
b. Покрытый флюсом компонент **должен** быть погружён в расплавленный припой на глубину не менее 0,10 мм [0,0039 дюйма] (см. рис. 4–4). Погружение и извлечение образца проводится со скоростью 25±6 мм [0,984 ± 0,24 дюйма] в секунду. Время контакта образца с расплавом припоя - 5 +0/-0,5 сек. Массивные компоненты могут потребовать большего времени контакта с расплавом припоя (см. п. 5.2).
c. После извлечения, припой **должен** затвердеть при естественном охлаждении. Всё это время образец остаётся в исходной позиции испытания.
d. Перед визуальной проверкой все видимые остатки флюса **должны** быть удалены со всех выводов компонента, как описано в п. 3.2.3.

4.2.7.4 Оценка

4.2.7.4.1 Увеличение. Компоненты **должны** быть исследованы с 10-кратным увеличением с помощью оборудования, указанного в п. 3.3.3. Для компонентов с очень малым шагом выводов или контактов (с шагом 0,5 мм [0,020 дюйма] или меньше) увеличение при осмотре **должно** быть 30-кратным.

4.2.7.4.2 Критерии приёмки. Все контакты **должны** быть полностью покрыты припоем без дефектов по меньшей мере на 95% площади критической зоны любого отдельного вывода. Для корпусов с выступающими теплоотводными пластинами по меньшей мере 80% площади критической зоны данной пластины **должно** иметь сплошное ровное покрытие припоем без дефектов. Дефекты не связанные с десмачиванием, отсутствием смачивания и порами не являются выбраковочными дефектами (см. приложения A и B) Оголённый металл выводов допускается для компонентов поверхностного монтажа на пятках и вертикальных поверхностях, на которых либо отсутствует покрытие, либо они обрезаются в процессе производства компонентов.

4.2.8 Метод С1 – Определение паяемости компонентов (проушин, штырей, клемм, многопроволочных проводов большого диаметра) с помощью проволочного кольца с использованием бессвинцового припоя. Данный метод предназначен для определения паяемости проушин, клемм, многопроволочных проводов диаметром более 1,016 мм [0,040 дюйма] и однопроволочных проводов диаметром более 1,143 мм [0,045 дюйма] с помощью проволочного кольца.

4.2.8.1 Аппаратура

4.2.8.1.1 Ёмкость/ванна с припоем. Должна использоваться ванна с припоем, отвечающая требованиям, изложенным в п. 3.3.2. Припой **должен** отвечать требованиям, изложенным в п. 3.2.1. Температура припоя в ванне и содержание загрязнений в припое **должны** соответствовать п. 3.5.1 и 3.5.2.

4.2.8.1.2 Погружное устройство. Должно использоваться механическое или электромеханическое устройство, аналогичное показанному на рис. 4–1, если иное не оговорено в контракте между пользователем и поставщиком. Скорость погружения, время контакта образца с расплавом припоя и скорость подъёма **должны** находиться в пределах, приведенных в п 4.2.8.3. Колебания, вибрации и другие посторонние движения **должны** быть минимизированы.

4.2.8.2 Подготовка. Подготовка образца **должна** проводиться в соответствии с п. 3.4.

a. Для определения паяемости проушин, клемм, многопроволочных проводов проводов диаметром более 1,016 мм [0,040 дюйма] и однопроволочных проводов диаметром более 1,15 мм [0,045 дюйма] все образцы должны иметь кольцо из 1,5 оборотов тест-провода вокруг рабочей зоны испытываемого образца.
b. Кольцо из тест-провода, описанного в п. 3.2.4 должно быть надето на образец таким образом, чтобы оно не перемещалось при погружении в припой. Примеры колец показаны на рис. 4-5 - 4-8.
c. При необходимости в спецификации на образец **должна** быть специальная инструкция, определяющая размеры окольцовываемой части образца.
d. Для проушин для проводов диаметром менее 0,6 мм [0,024 дюйма] тест-провод, описанный в п. 3.2.4, **должен** иметь сечение, на которое рассчитаны ушки.

4.2.8.3 Процедура

a. Флюс **должен** быть окружающей (комнатной) температуры.
b. Контакты **должны** погружаться в припой на минимальную глубину, необходимую для покрытия испытываемой поверхности.
c. Испытуемые поверхности **должны** погружаться а припой на 5 - 10 секунд. Затем в течение 10-60 сек надо дать стечь излишкам припоя.
d. Окислы и обгоревший флюс **должны** удаляться с поверхности расплава припоя непосредственно перед погружением образца.
e. Погружение и извлечение образца проводится со скоростью 25±6 мм [0,984 ± 0,24 дюйма] в секунду. Время контакта образца с расплавом припоя — 7 ±0,50 сек.
f. Компонент **должен** быть закреплён в погружном устройстве. Покрытая флюсом часть должна однократно погружаться в расплав припоя на глубину, указанную в п. 4.2.8.3b..
g. После погружения в расплав припоя и извлечения компонент **должен** быть охлажден на воздухе.
h. Перед визуальной проверкой все видимые остатки флюса **должны** быть удалены со всех выводов компонента, как описано в п. 3.2.3.

4.2.8.4 Оценка.

4.2.8.4.1 Увеличение. Компоненты **должны** быть исследованы с 10-кратным увеличением с помощью оборудования, указанного в п. 3.3.3.

4.2.8.4.2 Критерии приёмки. Критерии приемлемой паяемости ушек, штырей, клемм, многопроволочных проводов диаметром более 1,016 мм [0,040 дюйма] и однопроволочных проводов диаметром более 1,143 мм [0,045 дюйма] следующие:

a. Минимум 95% общей длины шва между проволочным кольцом и компонентом **должны** соприкасаться с поверхностью компонента и не иметь дефектов, таких как поры.
b. Неровная или прерывистая линия соприкосновения указывает на наличие дефектов.

При возникновении споров процент длины шва с дефектами **должен** быть определён измерительными методами. См. рис. В-4 в приложении В для оценки допустимости общего количества дефектов.

4.2.9 Метод S1 – Имитация процесса поверхностного монтажа с бессвинцовым припоем. В данном методе для компонента имитируются реальные условия поверхностного монтажа методом оплавления.

4.2.9.1 Аппаратура

4.2.9.1.1 Металический/сетчатый трафарет. Для испытания **должен** использоваться металлический или сетчатый трафарет с отверстиями, соответствующими контактам испытуемого компонента. Если в контракте между пользователем и поставщиком не оговорено иное, номинальная толщина трафарета **должна** определяться по таблице 4–3.

Таблица 1-8 Выбор толщины трафарета

Номинальная толщина трафарета	Шаг выводов компонента
0,10 мм [0,00394 дюйма]	<0,508 мм [<0,020 дюйма]
0,15 мм [0,00591 дюйма]	0,508–0,635 мм [0,020–0,025 дюйма]
0,20 мм [0,00787 дюйма]	>0,635 мм [>0,025 дюйма]

4.2.9.1.2 Инструмент для нанесения пасты. Для нанесения пасты на трафарет **должен** использоваться резиновый или металлический ракель.

4.2.9.1.3 Испытательная подложка. Для испытания **должна** использоваться керамическая подложка номинальной толщиной 0,635 мм [0,025 дюйма]. По согласованию с поставщиком могут использоваться другие несмачиваемые припоем подложки.

4.2.9.1.4 Оборудование для оплавления припоя. Для оплавления припоя **должно** использоваться одно из следующих устройств: ИК/конвекционная паяльная печь, парофазная паяльная система или печь, способная нагреть образец до температуры оплавления оловянно-свинцовой пасты. Если иное не определено в договоре между пользователем и поставщиком, параметры процесса оплавления **должны** определяться по таблице 4–4.

Таблица 1-9 Выбор параметров процесса оплавления

	Температура	**Время**
Парофазное оплавление	215–219°C [419–426°F]	30–60 секунд при оплавлении
ИК/Конвек-ционная печь	150–170°C [302–338°F] Подогрев	50–70 секунд
	215–230°C [419–446°F] Оплавление	50–70 секунд
Печь	215–230°C [419–446°F]	2–5 минут (пока паста гарантированно не оплавится)

Примечание: Значения параметров процесса оплавления, приведенные в таблице 4–4, даны только для проведения испытаний для определения паяемости и никоим образом не относятся к параметрам испытания на чувствительность компонентов к влажности при пайке оплавлением.

4.2.9.2 Подготовка. Подготовка образца **должна** проводиться в соответствии с п. 3.4.

4.2.9.3 Процедура

a. Нанесите паяльную пасту (согласно п. 3.2.1) на испытательную подложку через металлический/сетчатый трафарет одним плавным движением с помощью металлического или резинового ракеля.
b. Аккуратно, стараясь не размазать отпечаток пасты, снимите трафарет.
c. Убедитесь в том, что полученный отпечаток геометрически соответствует выводам испытуемого компонента.
d. Поместите испытуемый компонент на отпечаток пасты на подложке.
e. Используя соответствующие увеличительные инструменты, убедитесь в корректности установки компонента.
f. Поместите подложку с компонентом в печь и проведите процесс оплавления.
g. После оплавления аккуратно извлеките подложку с компонентом из печи и дайте ей остыть до комнатной температуры.
h. Удалите компонент(ы) с подложки. Выводы компонента могут слегка прилипать к подложке из-за остатков флюса.
i. Перед визуальной проверкой все видимые остатки флюса **должны** быть удалены со всех выводов компонента, как описано в п. 3.2.3. Проявляйте осторожность при удалении остатков флюса во избежание повреждения выводов.

4.2.9.4 Оценка

4.2.9.4.1 Увеличение. Компоненты **должны** быть исследованы с 10-кратным увеличением с помощью оборудования, указанного в п. 3.3.3. Для компонентов с очень малым шагом выводов или контактов (с шагом 0,5 мм [0,020 дюйма] или меньше) увеличение при осмотре **должно** быть 30-кратным.

4.2.9.4.2 Критерии приёмки. Все выводы **должны** иметь сплошную покрытие припоем без дефектов по меньшей мере на 95% площади критической зоны любого отдельного вывода. Для корпусов с выступающими теплопроводными пластинами по меньшей мере 80% площади критической зоны данной пластины **должно** иметь сплошное ровное покрытие припоем без дефектов. Дефекты, не связанные с десмачиванием, отсутствием смачивания и порами не являются выбраковочными дефектами (см. приложения А и В) Оголённый металл выводов допускается для компонентов поверхностного монтажа на пятках и вертикальных поверхностях, на которых либо отсутствует покрытие, либо они обрезаются в процессе производства компонентов.

4.3 Измерительные испытания.

4.3.1 Метод E – тест баланса смачивания оловянно-свинцовым припоем выводных компонентов. Данный метод предназначен для определения смачиваемости припоем выводных компонентов путём измерения силы смачивания.

4.3.1.1 Аппаратура. Для определения смачиваемости **должен** использоваться прибор (тензиометр), включающий термостатируемую ванну для припоя соответствующую п. 3.2.1, с припоем, отвечающим п. 3.5.1 и 3.5.2. Тензиометр **должен** быть оснащен регистрирующим устройством, например, самописцем, регистратором или компьютером для записи кривых зависимости силы смачивания от времени.

4.3.1.1.1 Погружное устройство. Должно использоваться механическое или электромеханическое погружное устройство встроенное в тензиометр. Данное устройство **должно** позволять регулировать скорость погружения и извлечения, как указано в п. 4.3.1.3. Устройство **должно** обеспечивать контроль времени контакта образца с расплавом припоя, в соответствии с данными, приведенными в п. 4.3.1.3. Устройство **должно** быть оснащено приспособлением, определяющим момент контакта образца с расплавом припоя.

4.3.1.2 Подготовка. Подготовка образца **должна** проводиться в соответствии с п. 3.4.

4.3.1.3 Процедура.

a. **Должен** использоваться флюс, указанный в п. 3.2.2. Флюс **должен** иметь окружающую (комнатную) температуру.

b. На выводы и контакты **должен** быть нанесен флюс. Флюс наносится таким образом, чтобы он равномерно покрывал все испытуемые поверхности.

c. Окислы и обгоревший флюс **должны** удаляться с поверхности расплава припоя непосредственно перед погружением образца.

d. Покрытый флюсом контакт **должен** однократно погружаться в расплав припоя на глубину 0,10 мм [0,0039 дюйма].

e. Угол погружения **должен** быть 20° – 45° (см. рис. 4–2).

f. Погружение и извлечение образца проводится со скоростью 1 – 5 мм [0,04 ± 0,20 дюйма] в секунду. Время контакта образца с расплавом припоя - 5 +0/-0.5 секунд. Массивные компоненты могут потребовать большего времени контакта с расплавом припоя (см. п. 5.2).

4.3.1.4 Оценка

4.3.1.4.1 Увеличение. Компоненты **должны** быть исследованы с 10-кратным увеличением с помощью оборудования, указанного в п. 3.3.3. Для компонентов с очень малым шагом выводов или контактов (с шагом 0,5 мм [0,020 дюйма] или меньше) увеличение при осмотре **должно** быть 30-кратным.

4.3.1.4.2 Критерии приёмки. Предлагаемые критерии оценки паяемости по методу E приведены в таблице 4–5. Рисунки 4–10 и 4–11 иллюстрируют данные критерии. Помимо этого, площадь образца, покрытая свежим слоем припоя, **должна** быть больше площади, погружённой в припой (т.е. компонент должен показывать положительное смачивание (больше глубины погружения)).

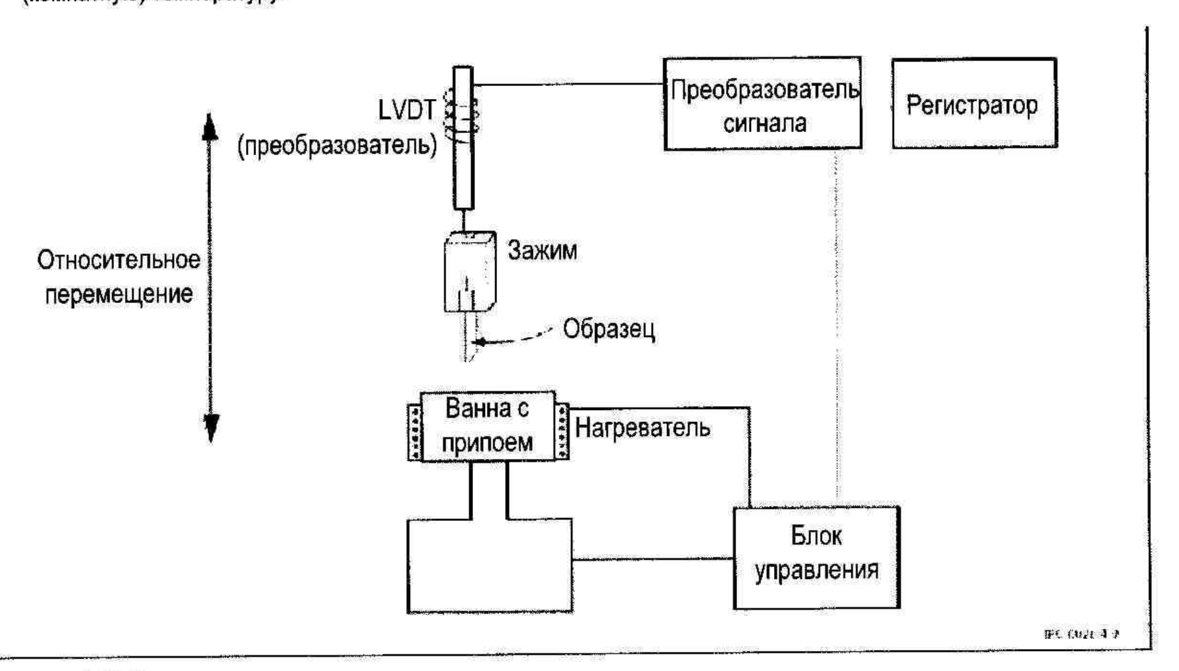


Рисунок 1-10 Схема тензиометра

Таблица 1-10 Параметры и предлагаемые критерии оценки смачиваемости.

Параметр	Описание	Предлагаемый критерий[1]	
		Уровень А	Уровень В
T0	Время до нуля, скорректированного на плавучесть	≤1 секунды	≤2 секунд
F2	Сила смачивания через 2 сек после начала испытания	50% от максимального теоретического значения силы смачивания через 2 секунды или ранее[2]	Положительное значение через 2 сек или ранее
F5	Сила смачивания через 5 сек после начала испытания	Не менее 90% значения F2	Не менее 90% значения F2
AA	Интегрированное значение площади фигуры образуемой кривой поверхностного натяжения с момента начала испытания	Площадь, рассчитанная с использованием плавучести образца и 50% от максимального теоретического значения силы смачивания[3]	> нуля (0)

1. Данные критерии представлены в двухуровневом формате. Уровень А более жёсткий. Компоненты, отвечающие критериям уровня А, могут использоваться в более широком диапазоне процессов пайки, чем компоненты отвечающие значениям, отвечающие критериям уровня, В. Однако следует отметить, что компоненты, отвечающие критериям уровня В, также могут использоваться в достаточно широком диапазоне процессов пайки, но пользователь должен самостоятельно определить уровень приёмки, наилучшим образом отвечающий его технологическому процессу.
2. Метод расчёта максимального теоретического значения силы смачивания приведен в приложении С.
3. Метод расчёта приведен в приложении D. (Предполагается, что данный метод расчёта будет заложен в программное обеспечение тензиометра)

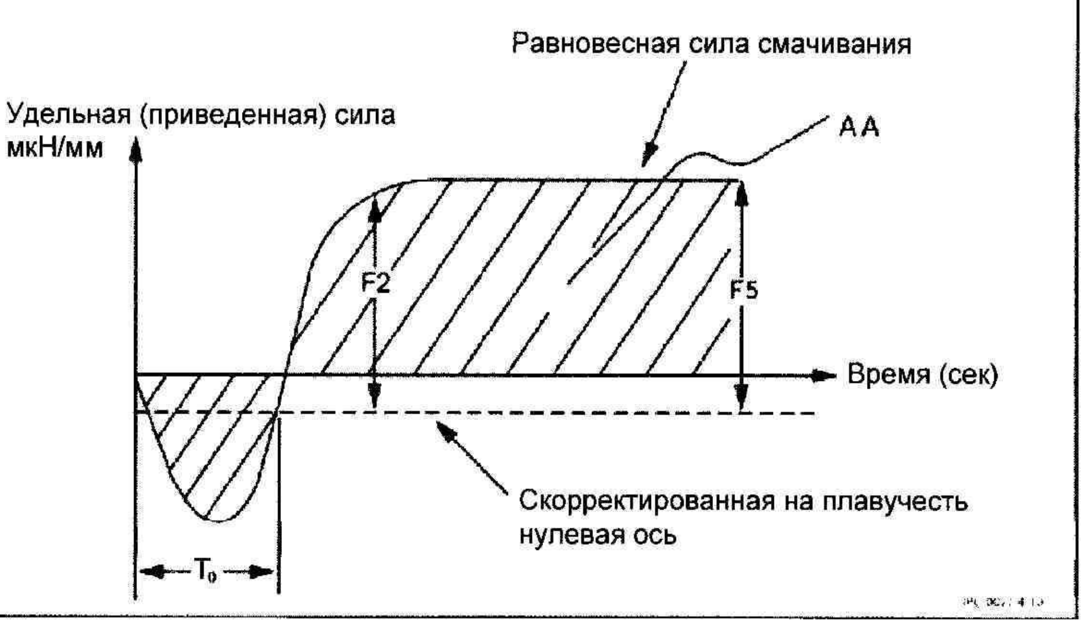


Рисунок 1-11 Кривая смачивания, отвечающая критериям уровня А

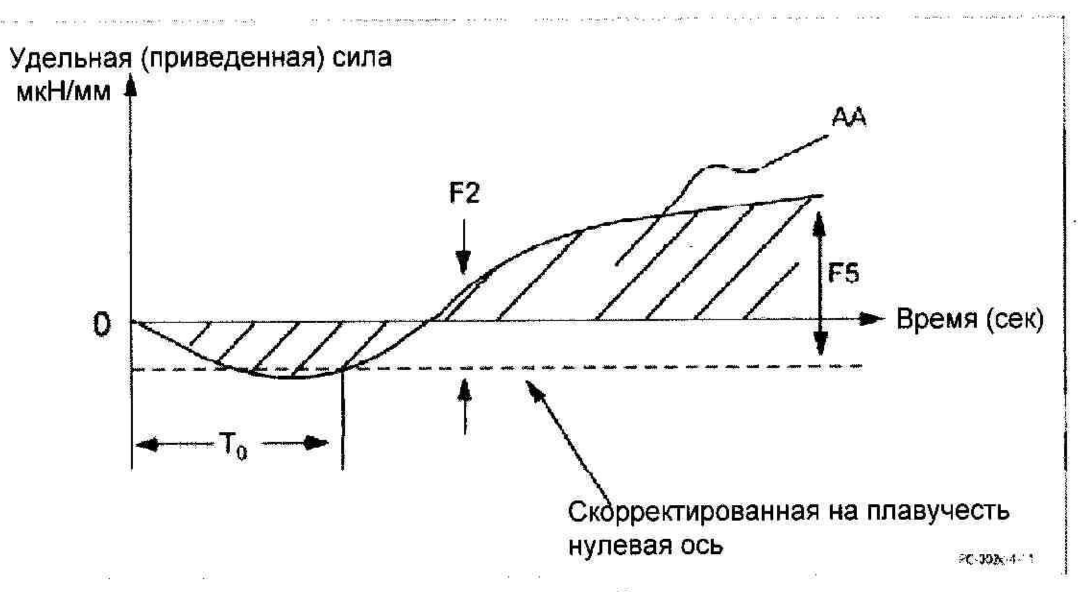


Рисунок 1-12 Кривая смачивания, отвечающая критериям уровня B

4.3.2 Метод F – тест баланса смачивания оловянно-свинцовым припоем безвыводных компонентов. Данный метод предназначен для определения смачиваемости припоем безвыводных компонентов путём измерения силы смачивания.

4.3.2.1 Аппаратура. Для определения смачиваемости **должен** использоваться прибор (тензиометр), включающий термостатируемую ванну для припоя соответствующую п. 3.2.1, с припоем, отвечающим п. 3.5.1 и 3.5.2. Тензиометр **должен** быть оснащен регистрирующим устройством, например, самописцем, регистратором или компьютером для записи кривых зависимости величины силы от времени (рис. 4-9).

4.3.2.1.1 Погружное устройство. Должно использоваться механическое или электромеханическое погружное устройство, встроенное в измерительный прибор. Данное устройство **должно** позволять регулировать скорость погружения и извлечения, как указано в 4.3.2.3. Устройство **должно** обеспечивать контроль времени контакта образца с расплавом припоя в соответствии с данными, приведенными в п 4.3.2.3.

4.3.2.2 Подготовка. Подготовка образца **должна** проводиться в соответствии с п. 3.4.

4.3.2.3 Процедура

a. **Должен** использоваться флюс, указанный в п. 3.2.2. Флюс **должен** использоваться при окружающей (комнатной) температуре.
b. На выводы и контакты **должен** быть нанесен флюс. Флюс наносится таким образом, чтобы он равномерно покрывал все испытуемые поверхности.
c. Погружение и извлечение образца проводится со скоростью 1 – 5 мм [0,04 ± 0,20 дюйма] в секунду. Время контакта образца с расплавом припоя — 5 +0/-0,5 секунд.
Массивные компоненты могут потребовать большего времени контакта с расплавом припоя (см. п. 5.2).
d. После наложения флюса и выдержки в расплаве припоя образец **должен** быть установлен на испытательное оборудование.
e. Окислы и обгоревший флюс **должны** удаляться с поверхности расплава припоя непосредственно перед погружением образца.
f. Покрытый флюсом контакт **должен** однократно погружаться в расплав припоя на глубину 0,10 мм [0,0039 дюйма].
g. Угол погружения **должен** быть как показано на рис 4–4.
h. Полная кривая **должна** быть записана с помощью оборудования, указанного в п. 4.3.2.1.

4.3.2.4 Оценка

4.3.2.4.1 Увеличение. Компоненты **должны** быть исследованы с 10-кратным увеличением с помощью оборудования, указанного в п. 3.3.3. Для компонентов с очень малым шагом выводов или контактов (с шагом 0,5 мм [0,020 дюйма] или меньше) увеличение при осмотре **должно** быть 30-кратным.

4.3.2.4.2 Критерии приёмки. Предлагаемые критерии оценки паяемости по методу F приведены в таблице 4–5. Рисунки 4–10 и 4–11 иллюстрируют данные критерии. Помимо этого, площадь образца, покрытая свежим слоем припоя, **должна** быть больше площади, погружённой в припой (т.е. компонент должен показывать положительное смачивание (больше глубины погружения)).

4.3.3 Метод G – тест баланса смачивания с помощью шарика оловянно-свинцового припоя. Данный метод предназначен для определения смачиваемости мелких компонентов шариком расплава припоя путём измерения силы смачивания.

4.3.3.1 Аппаратура. Для определения смачиваемости должен использоваться прибор, оснащённый термостатируемым цилиндрическим железным штоком, находящимся в алюминиевом стакане, на который помещается кусочек припоя строго определённого размера. Примеры: 200 мг кусочек припоя для шарика диаметром 4 мм, 100 мг - для шарика диаметром 3,2 мм, 25 мг — для 2-миллиметрового шарика или 1 мг для 1-миллиметрового шарика. Шарик расплавленного припоя в идеале должен заменяться после каждого испытания. Однако его можно использовать повторно до 5 раз для испытания очень мелких компонентов, которые при испытании забирают не более 1% объёма шарика. Тензиометр должен быть оснащен регистрирующим устройством, например, самописцем, регистратором или компьютером для записи кривых зависимости величины силы от времени.

4.3.3.1.1 Погружное устройство. Должно использоваться механическое или электромеханическое погружное устройство, встроенное в измерительный прибор. Данное устройство **должно** позволять регулировать скорость погружения и извлечения, как указано в 4.3.3.3.3. Устройство **должно** обеспечивать контроль времени контакта образца с расплавом припоя в соответствии с данными, приведенными в п 4.3.3.3.3.

4.3.3.2 Материалы

4.3.3.2.1 Флюс. Используемый флюс **должен** соответствовать п. 3.2.2.

4.3.3.2.2 Припой. Припой **должен** отвечать требованиям, изложенным в п. 3.2.1.
По соглашению между пользователем и поставщиком могут использоваться другие припои.

4.3.3.2.3 Образец. Образцом **должен** быть либо целым компонентом, либо одиночный вывод, аккуратно удалённым с компонента. В идеале, сечение погружаемого компонента должно быть прямоугольным, квадратным или круглым для облегчения расчёта максимального поверхностного натяжения. В идеале, заусенцы должны отсутствовать, однако при наличии, т.к. обычно они имеются на компонентах, используемых в производстве, их не следует удалять, поскольку они в действительности могут быть причиной плохой паяемости. Чистка образца также не допускается. Подготовка образца, если требуется, должна быть заранее согласовано с поставщиком.

4.3.3.3 Процедура

4.3.3.3.1 Температура припоя. Перед началом испытаний температура припоя должна быть стабилизирована на требуемом уровне. Температура припоя определяется в соответствии с п. 3.5.1.

4.3.3.3.2 Обработка флюсом. Очень малое количество флюса аккуратно наносится на поверхность вывода и кусочек припоя с помощью чистой ватной палочки или тампона. Избыток флюса **не должен** образовывать каплю на конце обработанной части. В противном случае его необходимо удалить, аккуратно касаясь самой нижней точки испытуемого образца кусочком чистой лабораторной фильтровальной бумаги. Для данного испытания идеально использовать небольшое количество флюса в очень маленьком флакончике, достаточном по размеру только для смачивания ватной палочки. Ватную палочку необходимо заменять новой через 5-10 испытаний, при условии, что испытания проводятся с одинаковым интервалом. Если испытания прерываются на несколько минут, после их возобновления необходимо использовать новую палочку.

4.3.3.3.3 Угол, глубина и скорость погружения. Для фиксации образца, как указано в табл. 4-6 и проиллюстрировано на рис. 4-12, **должен** быть использован подходящий зажим. Не допуская загрязнения испытуемых поверхностей, образец фиксируется в зажиме или специальном устройстве, входящем в комплект поставки измерительного прибора, и аккуратно устанавливается в прибор таким образом, чтобы не повредить измерительный преобразователь (датчик) или не перекосить образец в зажиме. Расстояние между поверхностью образца и шариком припоя должно быть фиксированным. Скорость погружения от 1 до 5 мм/сек [0,039-0,20 дюйма/сек] обеспечит корректное погружение большинства испытываемых образцов. Время контакта с расплавом припоя должно быть 5 секунд. Для больших компонентов или компонентов с высокой теплоёмкостью может потребоваться время контакта с расплавом припоя 10 сек. (см. 5.2).

4.3.3.3.4 Подогрев. Решение об использовании предварительного подогрева принимается по согласованию с поставщиком.

4.3.3.4 Оценка

4.3.3.4.1 Увеличение. Для визуального осмотра компонентов размером менее 0402 может потребоваться увеличение вплоть до 100-кратного.

4.3.3.4.2 Предлагаемые критерии оценки. Перед любой визуальной оценкой после испытания остатки флюса **должны** быть полностью удалены с образцов, как указано в п. 3.2.3. Помимо этого, площадь образца, покрытая свежим слоем припоя, **должна** быть больше площади, погружённой в припой (т.е. компонент **должен** показывать положительное смачивание (больше глубины погружения)). Перечень предлагаемых критериев оценки приведен в табл. 4–7.

Таблица 1-11 Углы и глубина погружения компонентов (из МЭК (IEC) 60068-2-69)

Компонент[a]		Угол погружения[b]	Рисунок (См. рис. 4–20)	Глубина погружения (мм)	Размер контакта (вывода) (мм)	Вес шарика припоя (мг)	Примечания
Конденсаторы	1005 (0402)	Горизонтально или вертикально	2А, 2В	0,10	2	25	
	1608 (0603)						
	2012 (0805)	Горизонтально	2А		3, 2 или 4	100 или 4	
	3216 (1206)				4	200	
Резисторы	1005 (0402)	Горизонтально	2В	0,10	2	25	
	1608 (0603)	Горизонтально или вертикально	2А, 2В				
	2012 (0805)		2А,2В, 2H[c]		3, 2 или 4	100 или 4	
	3216 (1206)				4	200	
Танталовые конденсаторы, светодиоды	Размеры корпусов A[d], B, C, D	Вертикально	2H. c	0,10	4	200	
Выводные КПМ	SOT 23, 25, 26, 323, 343, 353, 363	20–45	2D	0,10	2	25	
	SOT 89,		2F	0,20	4	200	только 1 вывод
	SOT 223, 523			0,25			
	Диод с планарными выводами						
	Любые SOIC VSO QFP, SOP		2D	0,20			Удалите лишние выводы во избежание образования перемычек между ними
	PLCC, SOJ	Горизонтально	2E	0,10			
	QFN	Горизонтально	2H[c]	0,10	2	25	Примите меры по предотвращению образования перемычек
	Цилиндрический КПМ	Горизонтально или вертикально	2А, 2В	0,25	4	200	
	SOD 80	Вертикально	2В	0,20	4	200	
	Любой BGA, CSP или LGA[e]	Горизонтально	2G	0,10	2	25	Могут быть испытаны только периферийные шариковые контакты, и только если шаг между ними не менее 1,0 мм

Не рекомендуется для размеров менее 1005 (0402).
Для конденсаторов типоразмером 3216 (1206) более предпочтительны методики с использованием ванны с припоем. Рекомендуемое время контакта образца с расплавом - 5 сек., за исключением компонентов SOT 89 и SOT 223, для которых рекомендуемое время контакта — 10 сек.
Для рис. 2В, смещение вправо от вершины шарика припоя **должно** быть 0 -15% от диаметра вывода. Смещения влево быть **не должно**.

a Типоразмер компонента в скобках отражает размер в Британских единицах.
b Ориентация выводов или контактов образца - по направлению к припою.
c. Рис. 2H применим к компонентам, которые не имеют контактных поверхностей в направлении поверхности припоя (как на Рис. 2В).
d Данное испытание может быть выполнено только с помощью специального оборудования.
e. Данное испытание рекомендуется только для тех шариков и площадок, которые не плавятся при температуре испытания и не предназначены для пайки методом оплавления.

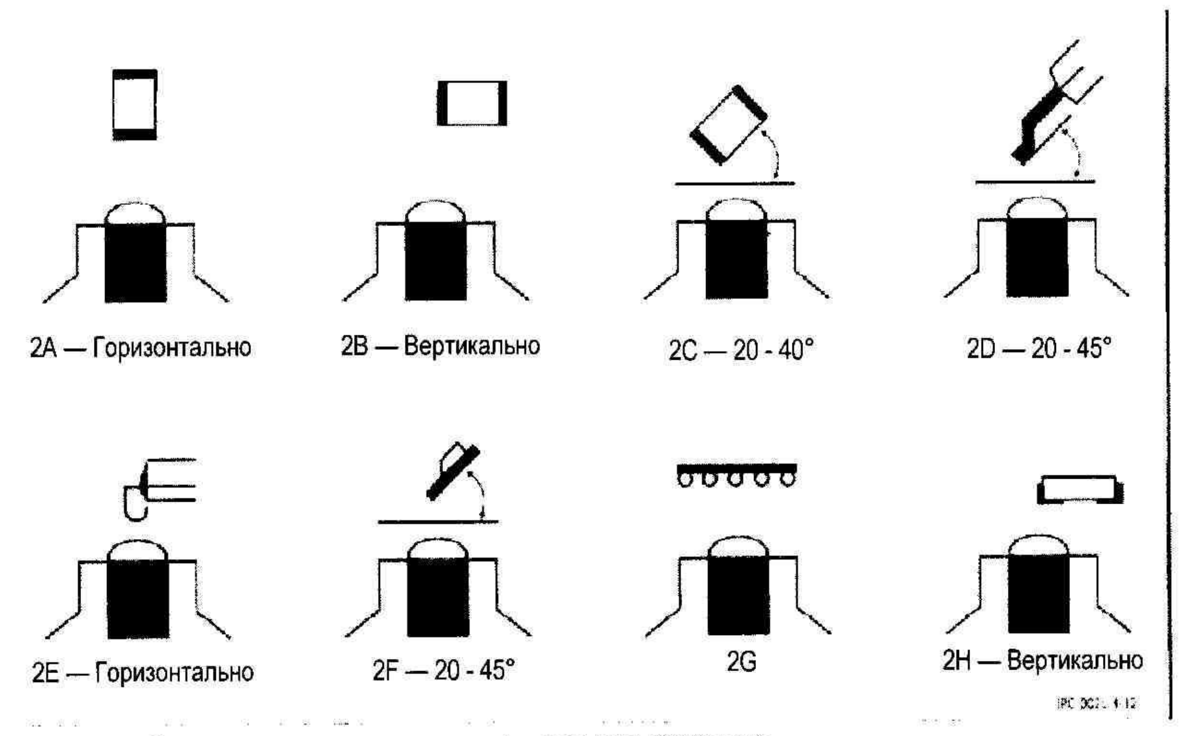


Рисунок 1-13 Компоненты и углы погружения (из МЭК (IEC) 60068-2-69)

Таблица 1-12 Параметры смачивания и предлагаемые критерии оценки

Параметр	Описание	Предлагаемые критерии оценки	
		Уровень А	Уровень В
T0	Время до нуля, скорректированного на плавучесть	≤1 секунды	≤2 секунд
F2	Сила смачивания через 2 сек после начала испытания	≥50% максимального теоретического поверхностного натяжения через 2 секунды или ранее	Положительное значение через 2 сек или ранее
F5	Сила смачивания через 5 сек после начала испытания	Около или более положительного значения F2	Около или более значения F2
AA	Интегрированное значение площади фигуры, образуемой кривой поверхностного натяжения с момента начала испытания	≥площади, рассчитанной с использованием плавучести образца и 50% максимального теоретического поверхностного натяжения	> нуля (0)
F2	Сила смачивания через 2 сек после начала испытания	≥25% максимального теоретического поверхностного натяжения через 2 секунды или ранее	
F5	Сила смачивания через 5 сек после начала испытания	Около или более 90% значения F2	

4.3.4 Метод Е1 – тест баланса смачивания бессвинцовым припоем выводных компонентов. Данный метод предназначен для определения смачиваемости припоем выводных компонентов путём измерения силы смачивания.

4.3.4.1 Аппаратура. Для определения смачиваемости **должен** использоваться прибор (тензиометр), включающий термостатируемую ванну для припоя соответствующую п. 3.2.1, с припоем, отвечающим п. 3.5.1 и 3.5.2. Тензиометр **должен** быть оснащен регистрирующим устройством, например, самописцем, регистратором или компьютером для записи кривых зависимости величины силы от времени (рис. 4-9).

4.3.4.1.1 Погружное устройство. Должно использоваться механическое или электромеханическое погружное устройство, встроенное в измерительный прибор. Данное устройство **должно** позволять регулировать скорость погружения и извлечения, как указано в 4.3.4.3. Устройство должно обеспечивать контроль времени контакта образца с расплавом припоя в соответствии с данными, приведенными в п 4.3.4.3. Устройство должно быть оснащено приспособлением, определяющим момент контакта образца с расплавом припоя.

4.3.4.2 Подготовка. Подготовка образца **должна** проводиться в соответствии с п. 3.4.

4.3.4.3 Процедура

a. **Должен** использоваться флюс, указанный в п. 3.2.2. Флюс **должен** быть окружающей (комнатной) температуры.
b. На выводы и контакты **должен** быть нанесен флюс. Флюс наносится таким образом, чтобы он равномерно покрывал все испытуемые поверхности.
c. Окислы и обгоревший флюс **должны** удаляться с поверхности расплава припоя непосредственно перед погружением образца.
d. Покрытый флюсом контакт **должен** однократно погружаться в расплав припоя на глубину 0,10 мм [0,0039 дюйма].
e. Угол погружения **должен** быть 20° – 45° (см. рис. 4–2).
f. Погружение и извлечение образца проводится со скоростью 1 – 5 мм [0,04 ± 0,20 дюйма] в секунду. Время контакта образца с расплавом припоя — 5 +0/-0.5 секунд. Массивные компоненты могут потребовать большего времени контакта с расплавом припоя (см. п. 5.2).

4.3.4.4 Оценка

4.3.4.4.1 Увеличение. Компоненты **должны** быть исследованы с 10-кратным увеличением с помощью оборудования, указанного в п. 3.3.3. Для компонентов с очень малым шагом выводов или контактов (с шагом 0,5 мм [0,020 дюйма] или меньше) увеличение при осмотре **должно** быть 30-кратным.

4.3.4.4.2 Критерии приёмки. Предлагаемые критерии оценки паяемости по методу Е1 приведены в таблице 4–5. Рисунки 4–10 и 4–11 иллюстрируют данные критерии. Помимо этого, площадь образца, покрытая свежим слоем припоя, **должна** быть больше площади, погружённой в припой (т.е. компонент **должен** показывать положительное смачивание (больше глубины погружения)).

4.3.5 Метод F1 – тест баланса смачивания бессвинцовым припоем безвыводных компонентов. Данный метод предназначен для измерения смачиваемости припоем безвыводных компонентов путём измерения силы смачивания.

4.3.5.1 Аппаратура. Для определения смачиваемости **должен** использоваться прибор (тензиометр), включающий термостатируемую ёмкость для припоя, соответствующую п. 3.2.1, поддерживаемую в условиях согласно пп. 3.5.1 и 3.5.2. Тензиометр **должен** быть оснащен регистрирующим устройством, например, самописцем, регистратором или компьютером для записи кривых зависимости величины силы от времени (рис. 4-9).

4.3.5.1.1 Погружное устройство. Должно использоваться механическое или электромеханическое погружное устройство встроенное в измерительный прибор. Данное устройство **должно** позволять регулировать скорость погружения и извлечения, как указано в 4.3.5.3. Устройство **должно** обеспечивать контроль времени контакта образца с расплавом припоя в соответствии с данными, приведенными в п 4.3.5.3.

4.3.5.2 Подготовка. Подготовка образца **должна** проводиться в соответствии с п. 3.4.

4.3.5.3 Процедура

a. **Должен** использоваться флюс, указанный в п. 3.2.2. Флюс **должен** использоваться при окружающей (комнатной) температуре.
b. На выводы и контакты **должен** быть нанесен флюс. Флюс наносится таким образом, чтобы он равномерно покрывал все испытуемые поверхности.
c. Погружение и извлечение образца проводится со скоростью 1 – 5 мм [0,04 ± 0,20 дюйма] в секунду. Время контакта образца с расплавом припоя — 5 +0/-0.5 секунд. Массивные компоненты могут потребовать большего времени контакта с расплавом припоя (см. п. 5.2).
d. После нанесения и подсыхания флюса образец **должен** быть закреплён в испытательном оборудовании.
e. Окислы и обгоревший флюс **должны** удаляться с поверхности расплава припоя непосредственно перед погружением образца.
f. Покрытый флюсом контакт **должен** быть однократно погружён в расплав припоя на глубину 0,10 мм [0,0039 дюйма].
g. Угол погружения **должен** быть как показано на рис 4–4.
h. Полная кривая смачивания **должна** быть записана с помощью оборудования, указанного в п 4.3.5.1.

4.3.5.4 Оценка

4.3.5.4.1 Увеличение. Компоненты **должны** быть исследованы с 10-кратным увеличением с помощью оборудования, указанного в п. 3.3.3. Для компонентов с очень малым шагом выводов или контактов (с шагом 0,5 мм [0,020 дюйма] или меньше) увеличение при осмотре **должно** быть 30-кратным.

4.3.5.4.2 Критерии приёмки. Предлагаемые критерии оценки паяемости по методу F1 приведены в таблице 4–5. Рисунки 4–10 и 4–11 иллюстрируют данные критерии. Помимо этого, площадь образца, покрытая свежим слоем припоя, **должна** быть больше площади, погружённой в припой (т.е. компонент **должен** показывать положительное смачивание (больше глубины погружения)).

4.3.6 Метод G1 – Тест баланса смачивания шариком бессвинцового припоя. Данный метод предназначен для определения смачиваемости мелких компонентов шариком расплава припоя путём измерения силы смачивания.

4.3.6.1 Аппаратура. Для определения смачиваемости **должен** использоваться прибор, оснащённый термостатируемым цилиндрическим железным штоком, находящимся в алюминиевом стакане, на который помещается кусочек припоя строго определённого размера. Примеры: 200 мг кусочек припоя для шарика диаметром 4 мм, 100 мг - для шарика диаметром 3,2 мм, 25 мг — для 2-миллиметрового шарика или 1 мг для 1-миллиметрового шарика. Шарик расплавленного припоя в идеале **следует** заменять после каждого испытания. Однако его можно использовать повторно до 5 раз для испытания очень мелких компонентов, которые при испытании забирают не более 1% объёма шарика. Тензиометр **должен** быть оснащен регистрирующим устройством, например, самописцем, регистратором или компьютером, для записи кривых зависимости величины силы от времени.

4.3.6.1.1 Погружное устройство. Должно использоваться механическое или электромеханическое погружное устройство, встроенное в измерительный прибор. Данное устройство **должно** позволять регулировать скорость погружения и извлечения, как указано в 4.3.6.3.3. Устройство **должно** обеспечивать контроль времени контакта образца с расплавом припоя в соответствии с данными, приведенными в п 4.3.6.3.3.

4.3.6.2 Материалы

4.3.6.2.1 Флюс. Используемый флюс **должен** соответствовать п. 3.2.2.

4.3.6.2.2 Припой. Припой **должен** отвечать требованиям, изложенным в п 3.2.1. По соглашению между пользователем и поставщиком могут использоваться другие припои.

4.3.6.2.3 Образец. Образцом **должен** быть либо целый компонент, либо одиночный вывод, аккуратно удалённый с компонента. В идеале, сечение погружаемого компонента должно быть прямоугольным, квадратным или круглым для облегчения расчёта максимального поверхностного натяжения. В идеале, заусенцы должны отсутствовать, однако при наличии, т.к. обычно они имеются на компонентах, используемых в производстве, их не следует удалять, поскольку они в действительности могут быть причиной плохой паяемости. Чистка образца также не допускается. Подготовка образца, если требуется, должна быть заранее согласовано с поставщиком.

4.3.6.3 Процедура

4.3.6.3.1 Температура припоя Перед началом испытаний температура припоя должна быть стабилизирована на требуемом уровне. Температура припоя **должна** быть в соответствии с п. 3.5.1.

4.3.6.3.2 Обработка флюсом. Очень малое количество флюса аккуратно наносится на поверхность вывода и кусочек припоя с помощью чистой ватной палочки или тампона. Избыток флюса **не должен** скапливаться каплей на конце обработанной части. В противном случае его необходимо удалить, аккуратно касаясь самой нижней точки испытуемого образца кусочком чистой лабораторной фильтровальной бумаги. Для данного испытания идеально использовать небольшое количество флюса в очень маленьком флакончике, достаточном по размеру только для смачивания ватной палочки. Ватную палочку необходимо заменять новой через 5-10 испытаний, при условии, что испытания проводятся с одинаковым интевалом. Если испытания прерываются на несколько минут, после их возобновления необходимо использовать новую палочку.

4.3.6.3.3 Угол, глубина и скорость погружения. Для фиксации образца, как указано в табл. 4-6 и проиллюстрировано на рис. 4-12, **необходимо** использовать подходящий зажим. Не допуская загрязнения испытуемых поверхностей, образец фиксируется в зажиме или специальном устройстве, входящем в комплект поставки измерительного прибора и аккуратно устанавливается в прибор таким образом, чтобы не повредить измерительный преобразователь (датчик) или не перекосить образец в зажиме. Расстояние между поверхностью образца и шариком припоя должно быть фиксированным. Скорость погружения от 1 до 5 мм/сек [0,039-0,20 дюйма/сек] обеспечит корректное погружение большинства испытываемых образцов. Время контакта с расплавом припоя **должно** составлять 5 секунд. Для больших компонентов или компонентов с высокой теплоёмкостью может потребоваться время контакта с расплавом припоя 10 сек. (см. 5.2).

4.3.3.3.4 Подогрев. Решение об использовании предварительного подогрева принимается по согласованию с поставщиком.

4.3.6.4 Оценка

4.3.6.4.1 Увеличение. Для визуального осмотра компонентов размером менее 0402 может потребоваться увеличение вплоть до 100-кратного.

4.3.6.4.2 Предлагаемые критерии оценки. Перед любой визуальной оценкой после испытания остатки флюса **должны** быть полностью удалены с образцов, как указано в п. 3.2.3. Помимо этого, площадь образца, покрытая свежим слоем припоя, **должна** быть больше площади, погружённой в припой (т.е. компонент **должен** показывать положительное смачивание (больше глубины погружения)). Перечень предлагаемых критериев оценки приведен в табл. 4–7.

5 ПРИМЕЧАНИЯ

5.1 Использование активного флюса. В данном стандарте используется стандартный канифольный флюс, с добавкой определённого количества активатора. Причиной использования активного флюса было стремление уменьшить разброс результатов испытаний, полученных при использовании чистого канифольного флюса, дать возможность оценки паяемости компонентов с неоловянной металлизацией и обеспечить достаточный коэффициент надёжности результатов благодаря использованию флюсов с добавкой активатора в количестве равном и меньшем, чем используется в реальных промышленных условиях. Преимущества использования указанного активного флюса были продемонстрированы обширными испытаниями, освещенными в письме в комитет по рационализации об использовании активного флюса в испытаниях на определение паяемости по стандарту J-STD-002B (J-STD-002B Activated Solderability Test Flux Rationale Committee Letter).

5.2 Массивные компоненты. Большие компоненты, имеющие выводы с высокими теплорассеивающими характеристиками, могут потребовать большего времени контакта с расплавом припоя (например, в испытаниях A, B, C, E и F) для компенсации их более медленного нагрева. В таких случаях необходимо согласовать увеличение времени пребывания компонента в расплаве с поставщиком. В соглашении между пользователем и поставщиком должно быть точно указано рекомендуемое время пребывания в расплаве припоя.

5.3 Схема отбора образцов. В схеме отбора образцов **должно** быть указано количество образцов, произвольно выбираемых из партии на испытание. Все выводы/контакты выбранных компонентов **должны** быть проверены на паяемость. Для признания компонента качественным все его выводы должны пройти приёмку. Выбор методов и порядок проведения испытаний на оценку паяемости образцов **должен** определяться согласно данным, приведенным в спецификации образца. Для некоторых методов испытания может потребоваться загиб каждого второго или каждых двух из трех выводов. Данные выводы, естественно, не должны учитываться в расчётах.

5.4 Указания по безопасности. Изопропиловый спирт огнеопасен. При хранении и использовании изопропилового спирта следует принять необходимые меры предосторожности по защите его от искр и открытого огня. Ознакомьтесь с паспортами безопасности (MSDS) всех используемых растворителей. Обращение с химическими реагентами **должно** производиться с строгом соответствии с указаниями в их паспортах безопасности. Утилизация химических реагентов производится в соответствии с действующим законодательством.

5.5 Коррекция плавучести. Для получения на тензиометре сопоставимых результатов измерения для различных образцов необходимо использовать поправку на различие образцов в размерах, особенно в ширине и толщине. Это делается коррекцией на объём образца, погружённого в расплав припоя. Следующая формула может использоваться для расчёта коэффициента коррекции выталкивающих сил:

$$F_b = dg_nV$$

где:

d = плотность припоя Sn60/Pb40 при 245°C (8150 кг/м^3) или плотность припоя SAC305 при 255°C. (7410 кг/м^3)

g_n = ускорение свободного падения (9,810 м/с^2)

V = погружённый объём в м^3 (длина x ширина x глубина погружения)

Рассчитанная сила выталкивания, измеряемая в Ньютонах, далее нормализуется по периметру смачивания и выражается в микроньютонах/мм. Как показано на рис. 4–18 и 4–19, в предположении, что сила смачивания всегда направлена вертикально вверх, для достижения большей точности все результаты измерения требуют коррекции на плавучесть образцов.

5.6 Ограничения ускоренных испытаний воздействием пара. Ускоренные испытания воздействием пара покрытий для пайки было и продолжает оставаться предметом интенсивных иссследований (см. IPC-TR-464). По сравнению с другими методами испытаний, испытания воздействием пара существенно ускоряет деградацию оловяных и оловянно-свинцовых поверхностей аналогично процессам, происходящим при их естественном старении. Механизмы деградации - окисление поверхности и рост интерметаллидов Cu/Sn, интенсифицируются высокой температурой и влажностью пара. Правильно произведенные оловяные и оловянно-свинцовые покрытия могут выдерживать воздействие пара гораздо более длительное, чем используемые в стандарте 8 часов, и переносить без серьезного ухудшения свойств хранение более 12 месяцев. Однако из-за совместного влияния геометрической формы, условий хранения и свойств материалов точное предсказание срока хранения не представляется возможным. В результате этого в данном стандарте частично перекрываются сроки хранения для покрытий 1-й и 3-й категорий стойкости и почти неограниченный предел для покрытий с 3-й категорией. Для покрытий, отличных от оловянных или оловянно-свинцовых (Категория 2), данные, подтверждающие необходимость парового кондиционирования более указанного одного часа, отсутствуют.

Приложение А
Критические зоны компонентов

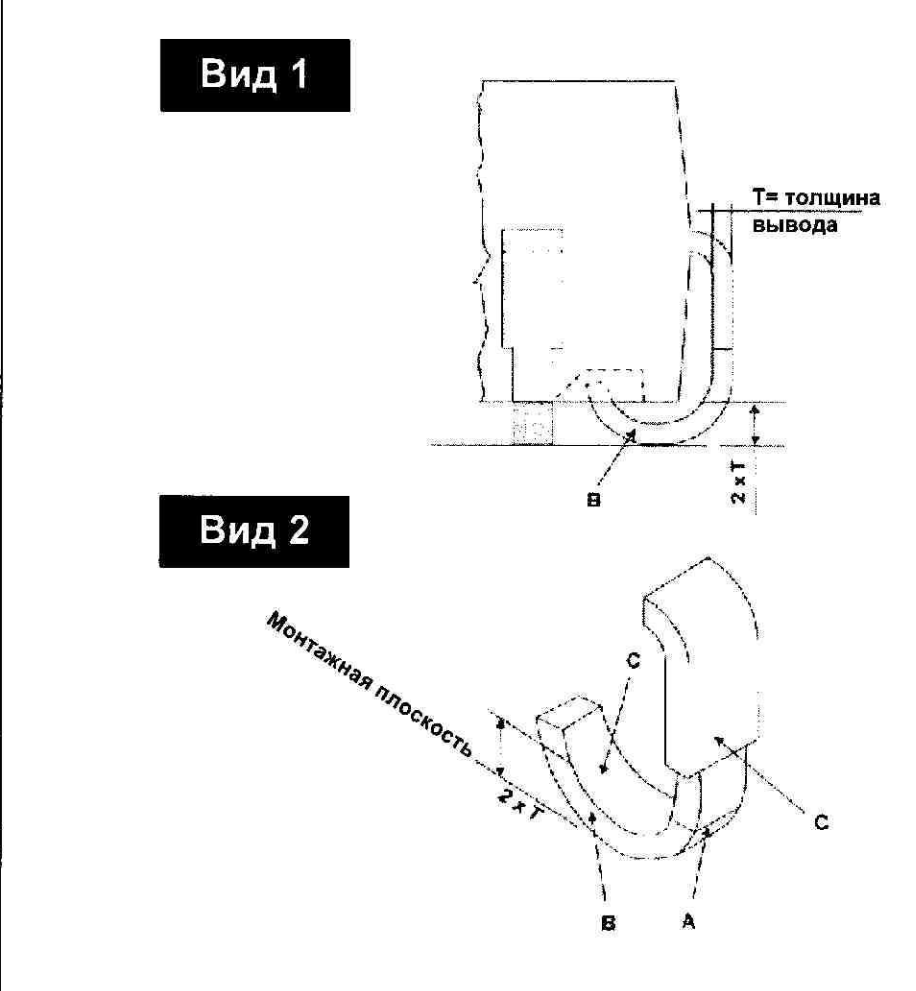
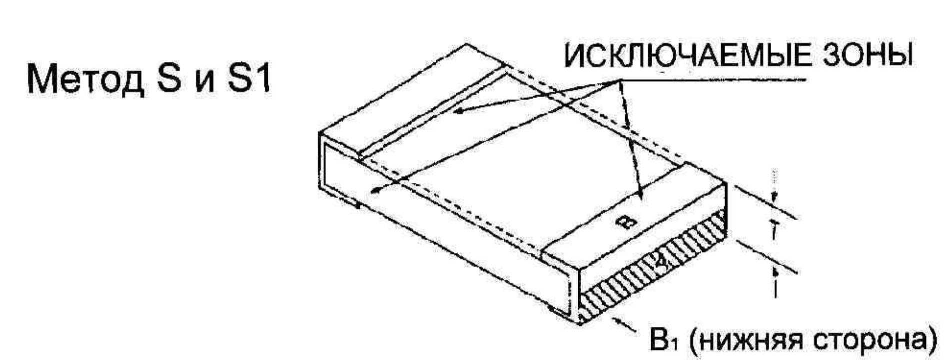
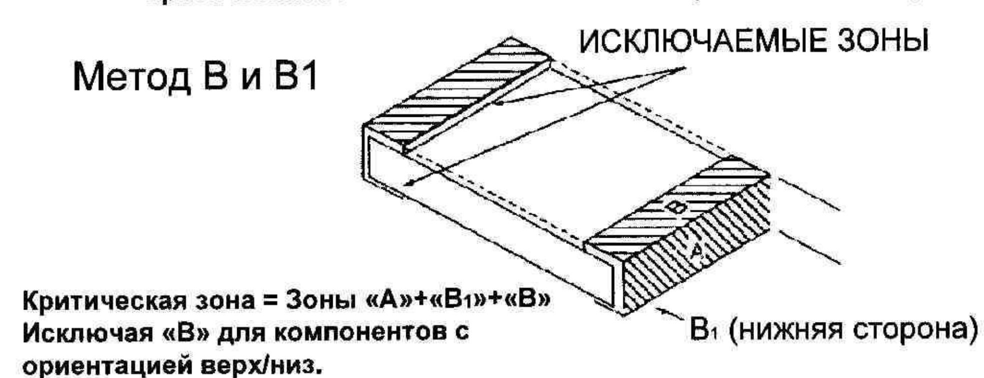


Рисунок А-1 Компоненты с J-образными выводами

Пассивные компоненты



Критическая зона = Зоны «B₁»+«A»< 1/4 T, но не больше 0,5 мм



Критическая зона = Зоны «A»+«B₁»+«B» Исключая «B» для компонентов с ориентацией верх/низ.

ЦИЛИНДРИЧЕСКИЙ



Критическая зона = Вся поверхность колпачка, исключая внутреннее ребро

Рисунок А-2 Пассивные компоненты

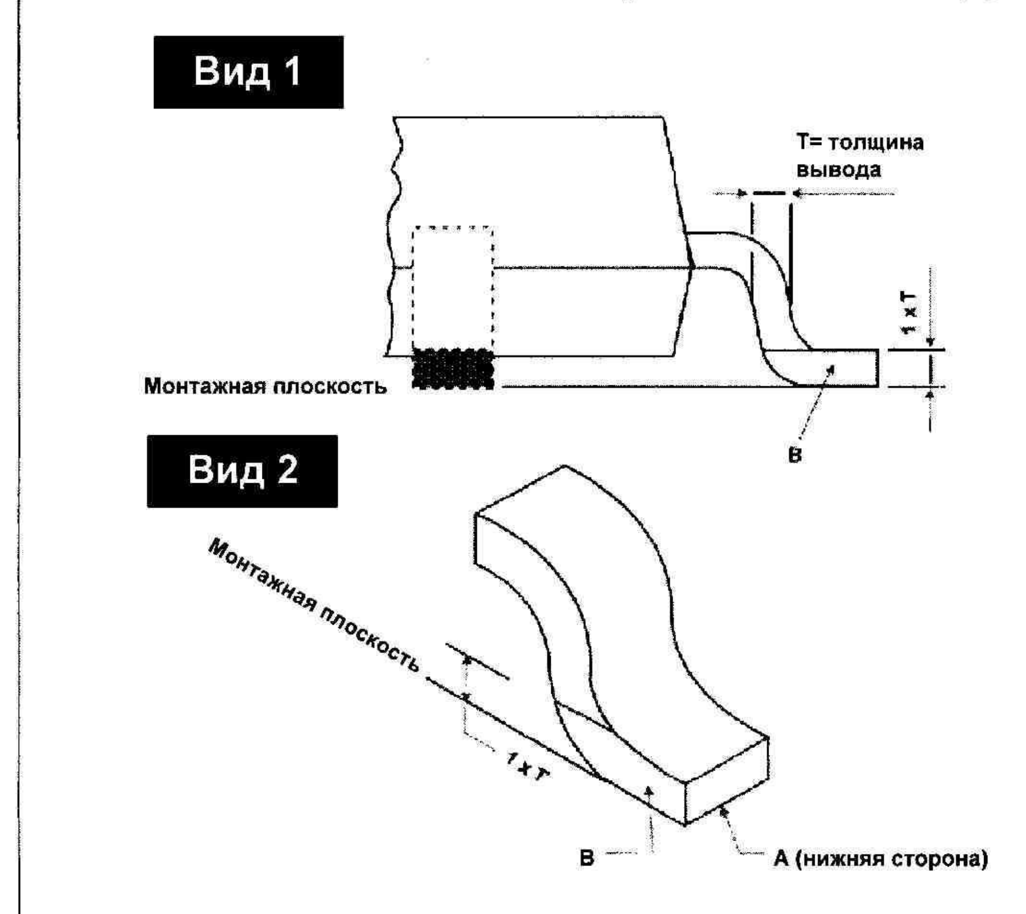
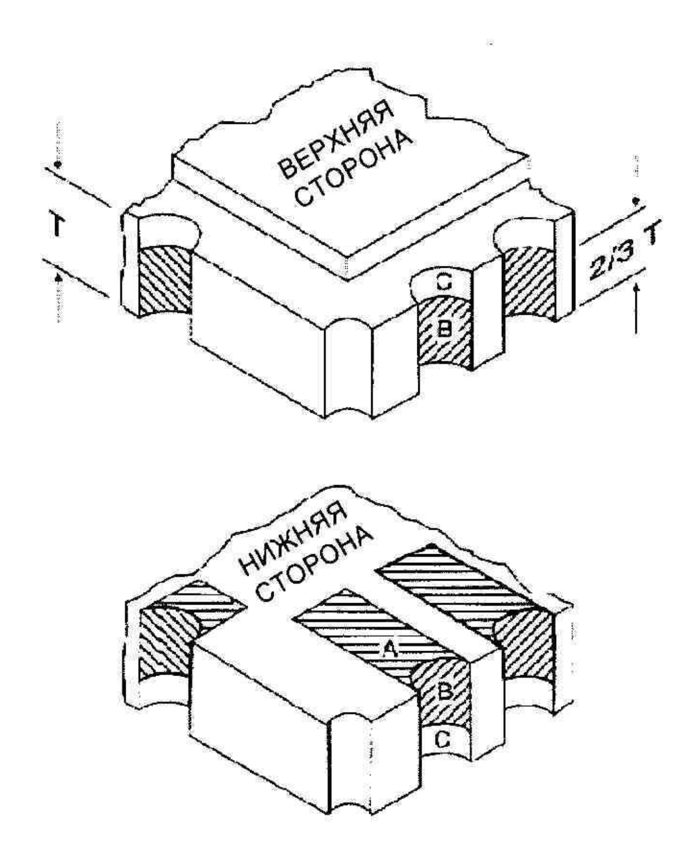


Рисунок А-3 Компоненты с планарными выводами

Безвыводные компоненты

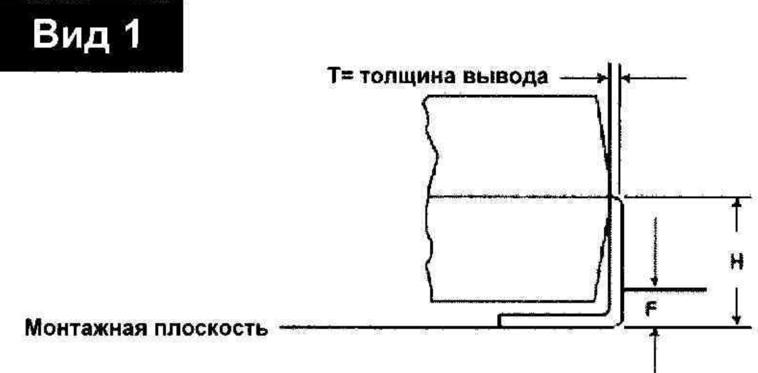


Критическая зона = Сумма зон «А» (на нижней стороне) и 2/3 металлизированных соединительных зон «В» и «С»

Рисунок А-4 Безвыводные компоненты

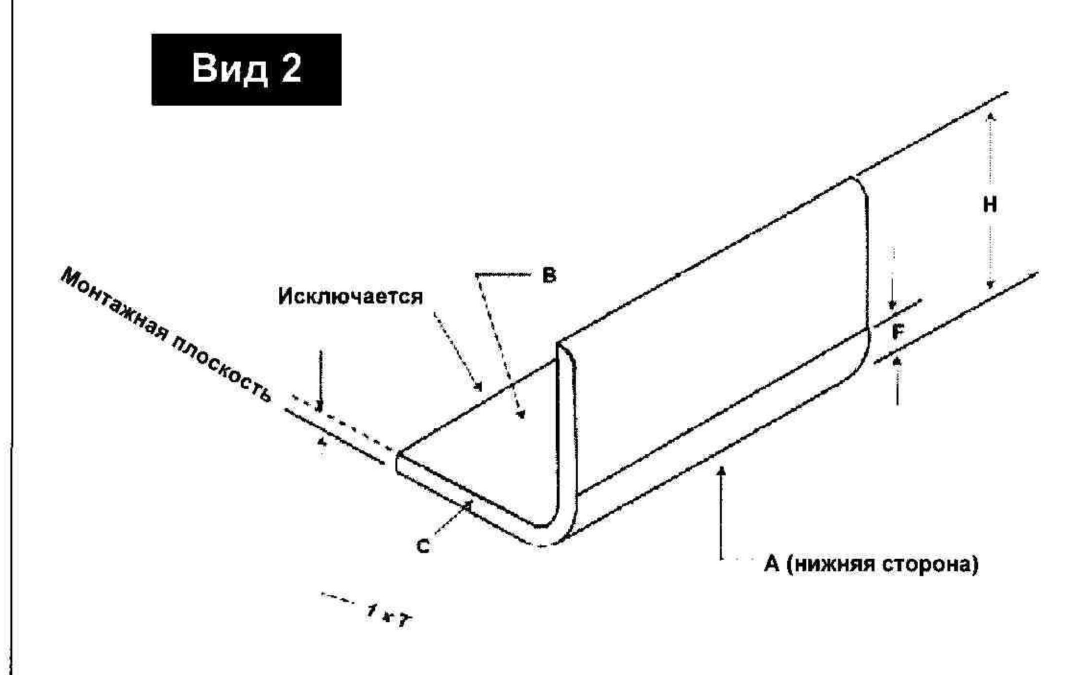
Компоненты с Г-образными выводами

Вид 1



F = Минимальная высота шва = Наименьшее из:
1) Толщина паяного шва снизу вывода + 0,25xH или
2) 0,5 мм [0,0197 дюйма]

Вид 2

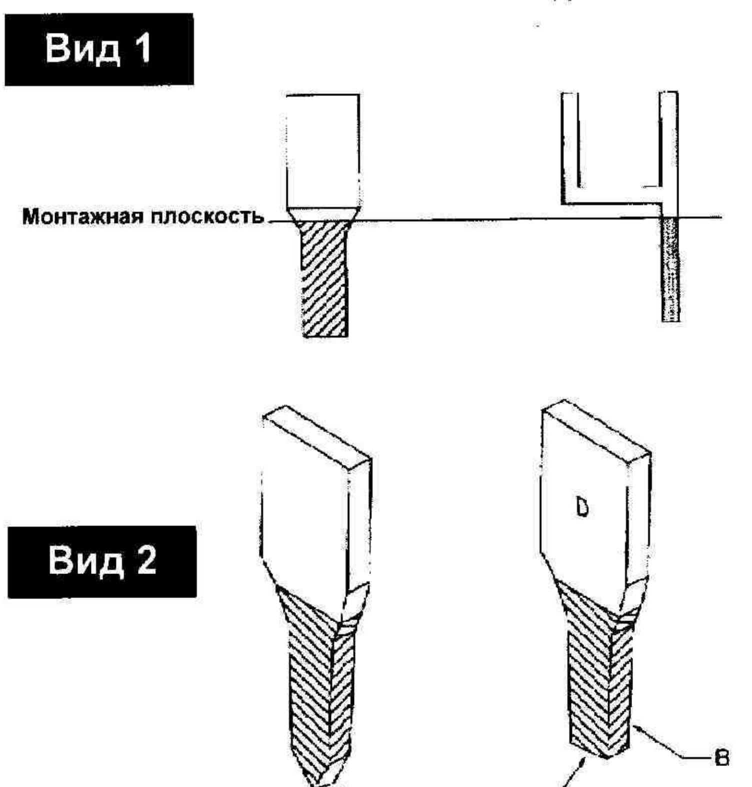


Критическая зона = Зона «А» (низ вывода) до 1xT

Рисунок А-5 Компоненты с Г-образными выводами

Компоненты монтируемые в отверстия

ПЛОСКИЕ ВЫВОДЫ

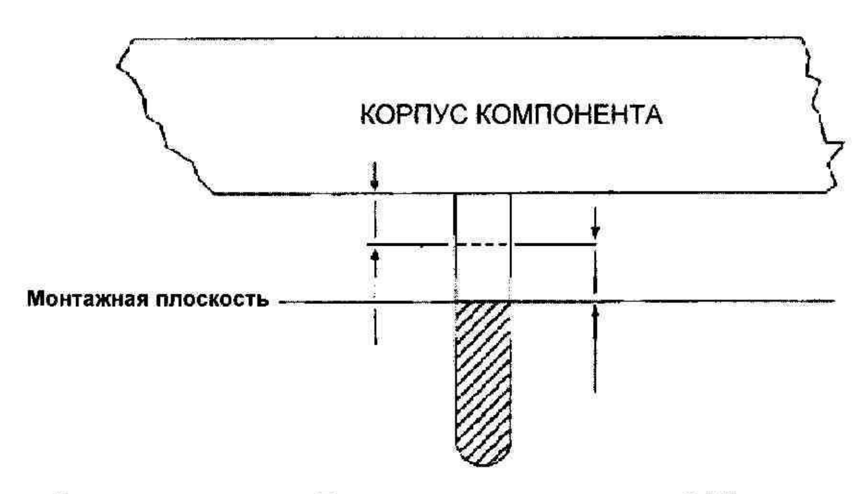


Критическая зона = Зоны «А», «В» (боковые грани) или до 1,27 мм от корпуса, если монтажная плоскость отсутствует

Рисунок А-6 Компоненты с плоскими выводами, монтируемые в отверстия

Компоненты монтируемые в отверстия

КРУГЛЫЕ ВЫВОДЫ



Критическая зона = Вся поверхность вывода + 0,75 мм над монтажной плоскостью, но не ближе 1,27 мм от корпуса.

Рисунок А-7 Компоненты с круглыми выводами, монтируемые в отверстия

Рисунок А-8 Компоненты с теплоотводящимий пластинами



Рисунок А-9 Компоненты с контактами снизу

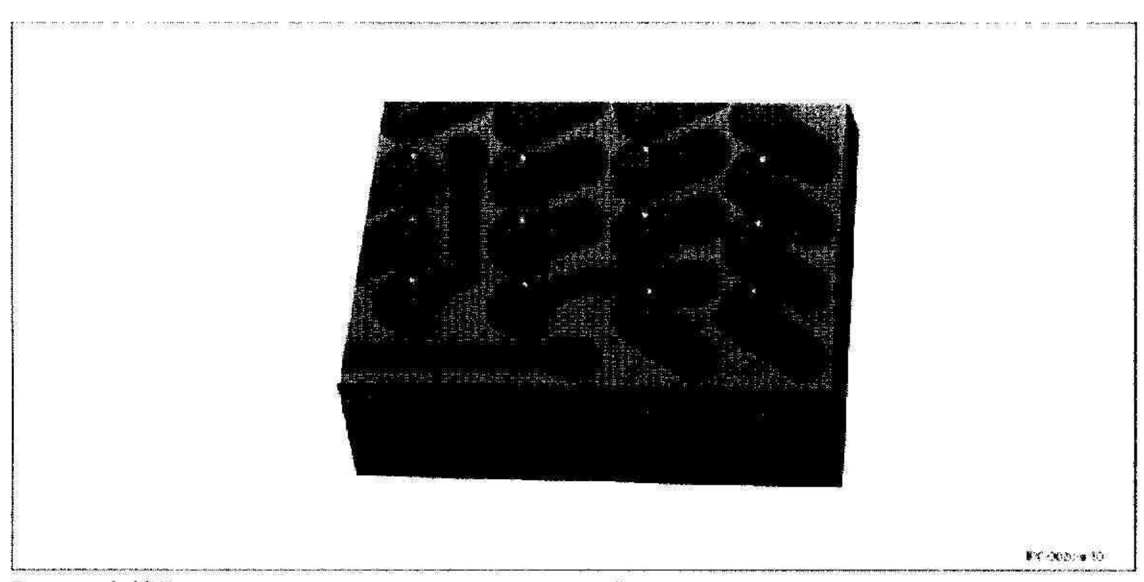


Рисунок A-10 Критическая зона компонентов с матрицей шариковых выводов

[Критическая зона: Каждый шариковый контакт должен быть покрыт слоем пасты (ровный, гладкий припой без несмоченных зон)]. В испытаниях по методам S и S1 – имитации процесса поверхностного монтажа, контакты компонентов должны смачиваться полностью и равномерно, без признаков окисления поверхности.

ПРИЛОЖЕНИЕ В
ВСПОМОГАТЕЛЬНЫЕ МАТЕРИАЛЫ

В.1 Вспомогательные материалы для испытаний А, С, А1 и С1

В.2 Круглые выводы. Измерения дефектов или оценка доли площади покрытия с дефектами от общей площади вывода задача более трудная для круглых выводов, чем для плоских и прямоугольных. Например, при взгляде на цилиндрическую поверхность круглого вывода, круглые, соизмеримые по размерам с диаметром вывода дефекты, являясь плоскими, выглядят овальными и более узкими, чем видимая поверхность вывода в поперечном направлении, которая составляет половину окружности.

Для облегчения работы контролёра при оценке площади поверхности после испытаний на паяемость на рис. В-3 приведены оценочные карты для выводов различного диаметра. При контроле 25,4 мм [1,0 дюйм] поверхности вывода диаметром 0,5 мм [0,02 дюйма] на покрытие припоем, 10 дефектов размером с диаметр вывода соответствуют 5% общей площади вывода. Также приведены соответственные количества дефектов размером в 1/2 и 1/4 диаметра. Это позволяет легко просуммировать комбинации таких дефектов (см. рис. В-1)

При рассмотрении зон, не покрытых сплошным свежим слоем припоя, с помощью примеров показанных на рис. В-2, можно легко обнаруживать зоны с растворенной металлизацией и зоны десмачиваемости.

Пример того, что составляет 5% покрытой площади: шесть дефектов диаметром 0,813 мм [0,032 дюйма] на 25,4 мм [1,0 дюйм] длины провода диаметром 0,813 мм [0,032 дюйма] (20 AWG) (см. рис. В-3, В-4 и В-5}.

В.3 Квадратные контакты. Квадратные контакты должны отвечать требованиям по покрытию припоем, показанным на рис. В-5.

В.4 Зубчатые контакты. Зубчатые контакты должны отвечать тем же критериям, что и круглые выводы.

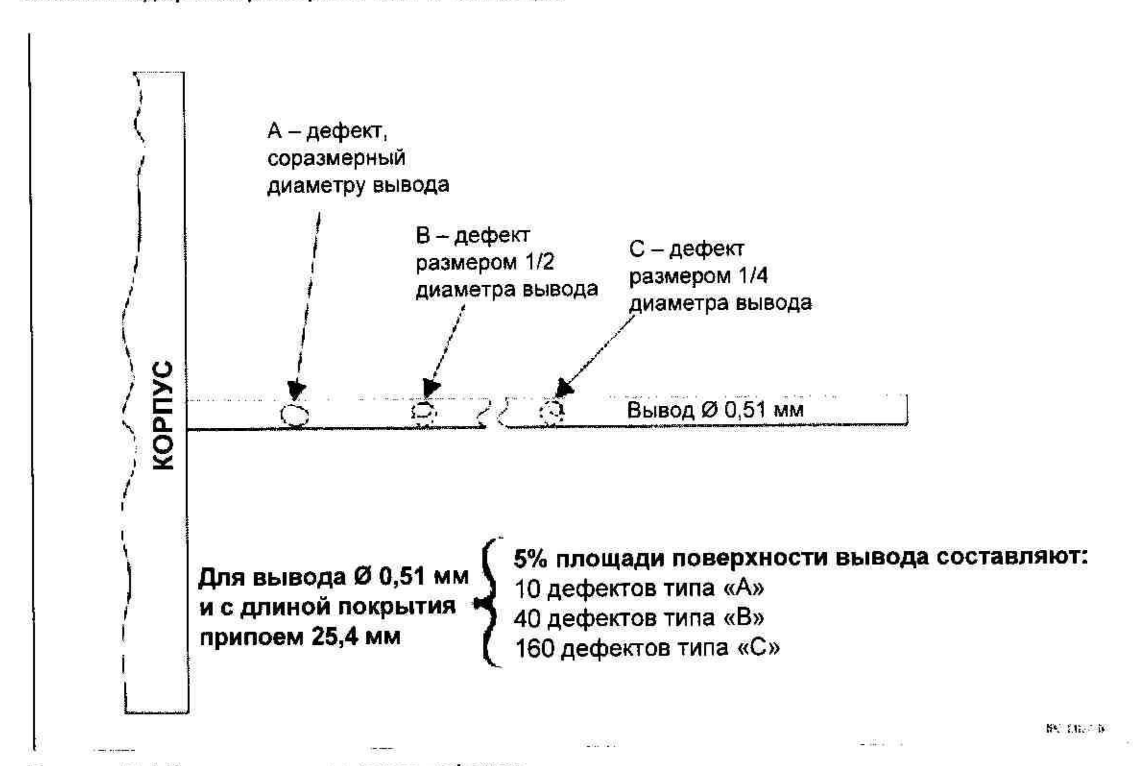


Рисунок В-1 Карта оценки размеров дефектов

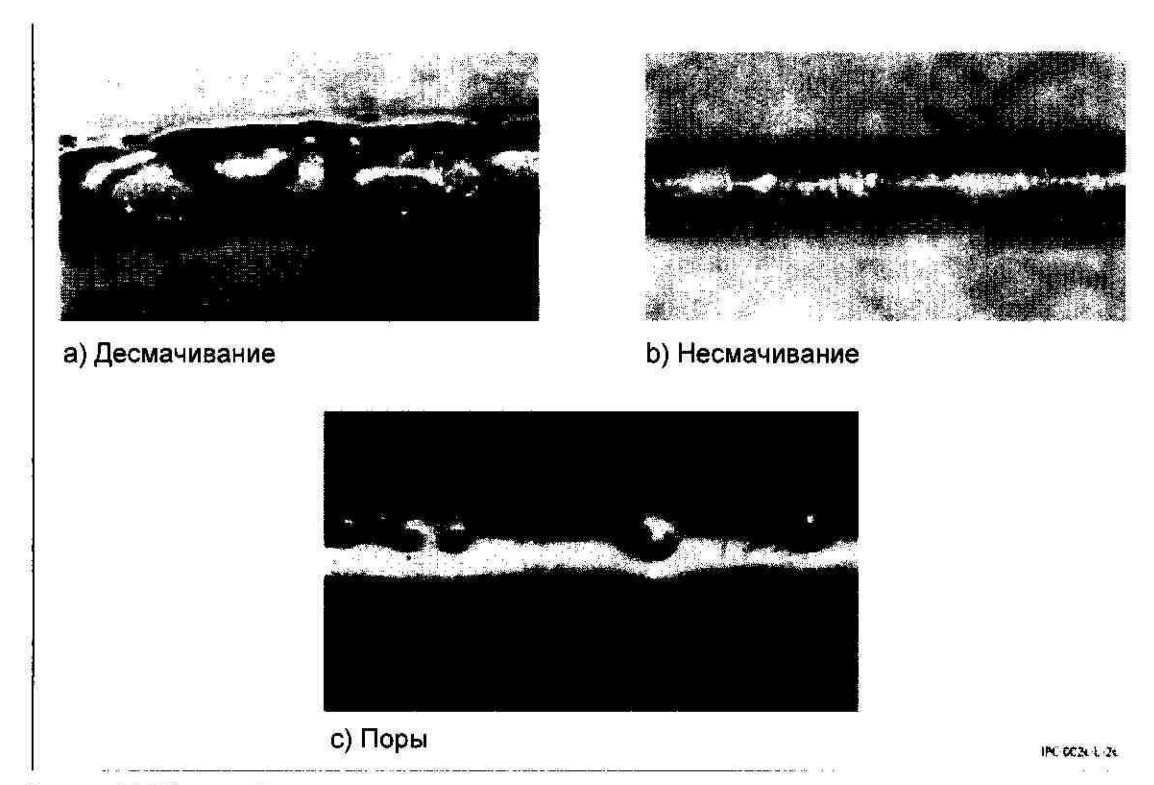


Рисунок В-2 Типы дефектов паяемости

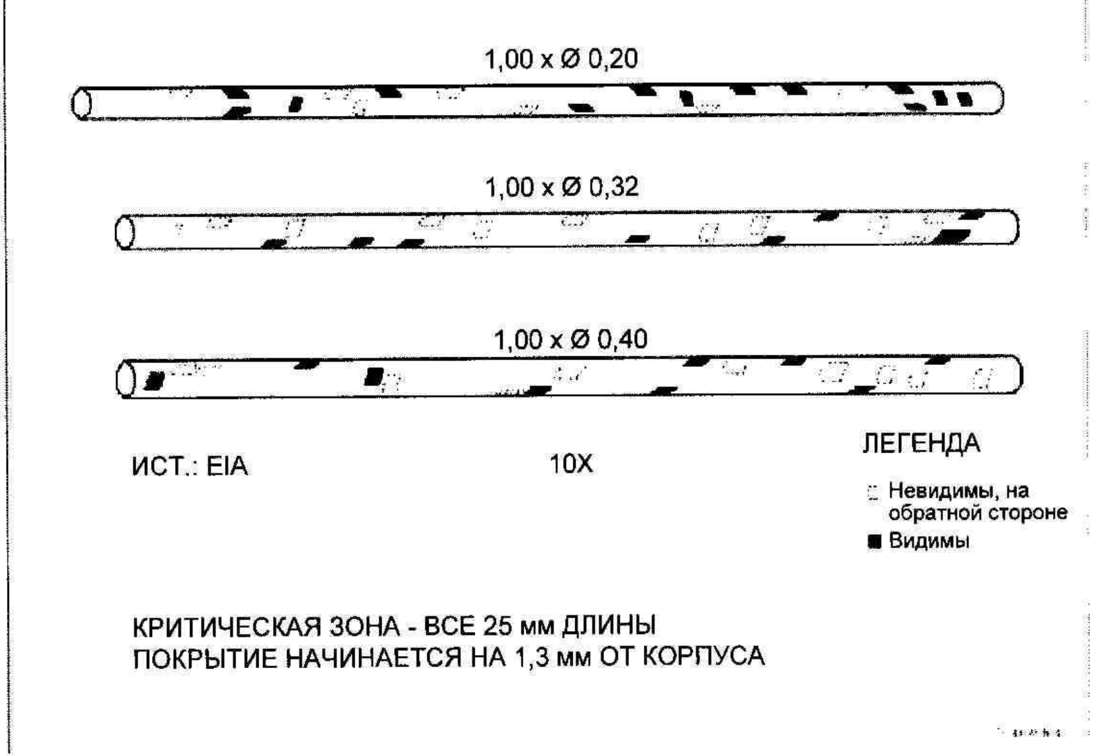


Рисунок В-3 Карта оценки 5%-ной площади дефектов

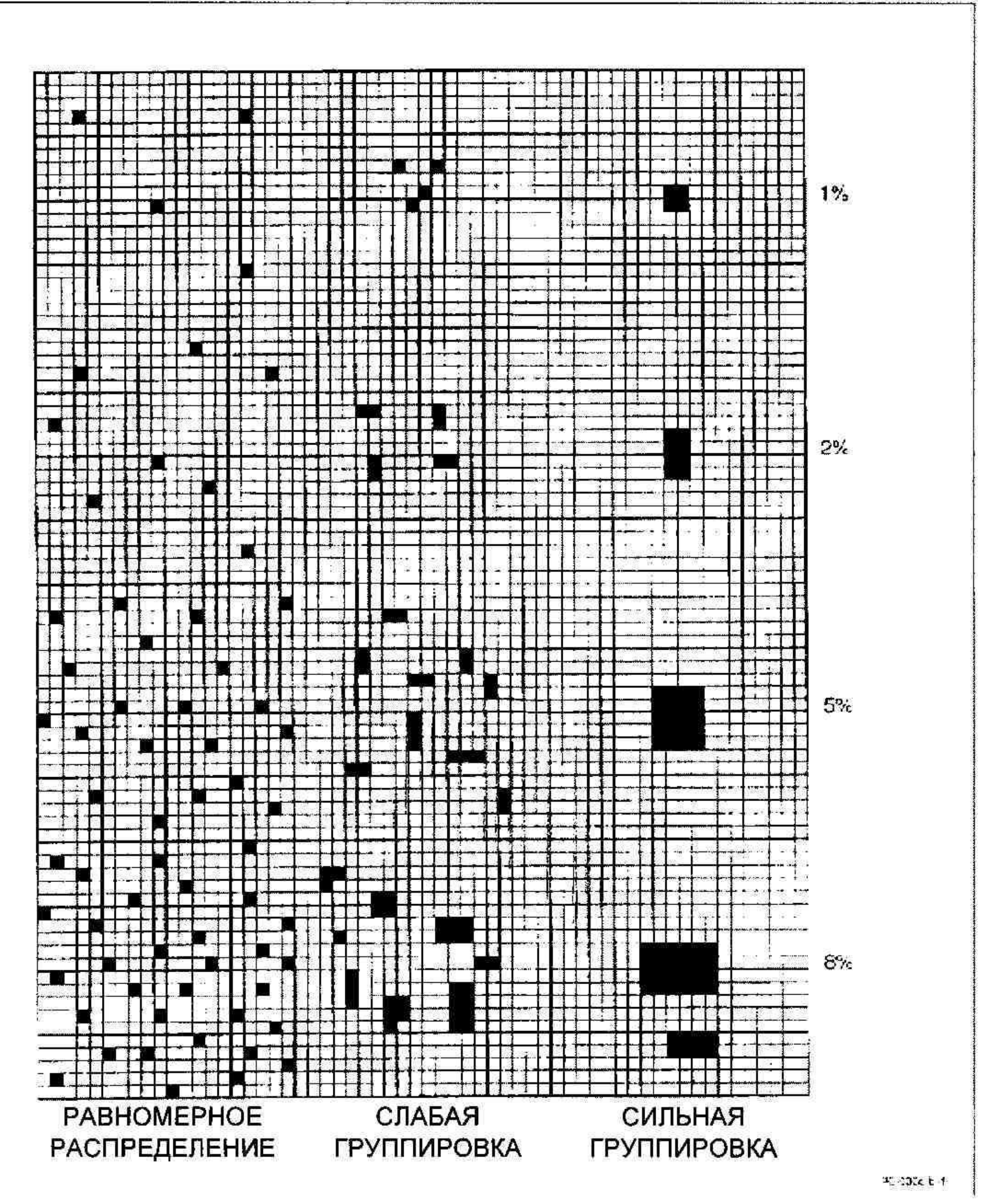


Рисунок В-4 Карта оценки 5%-ной площади дефектов

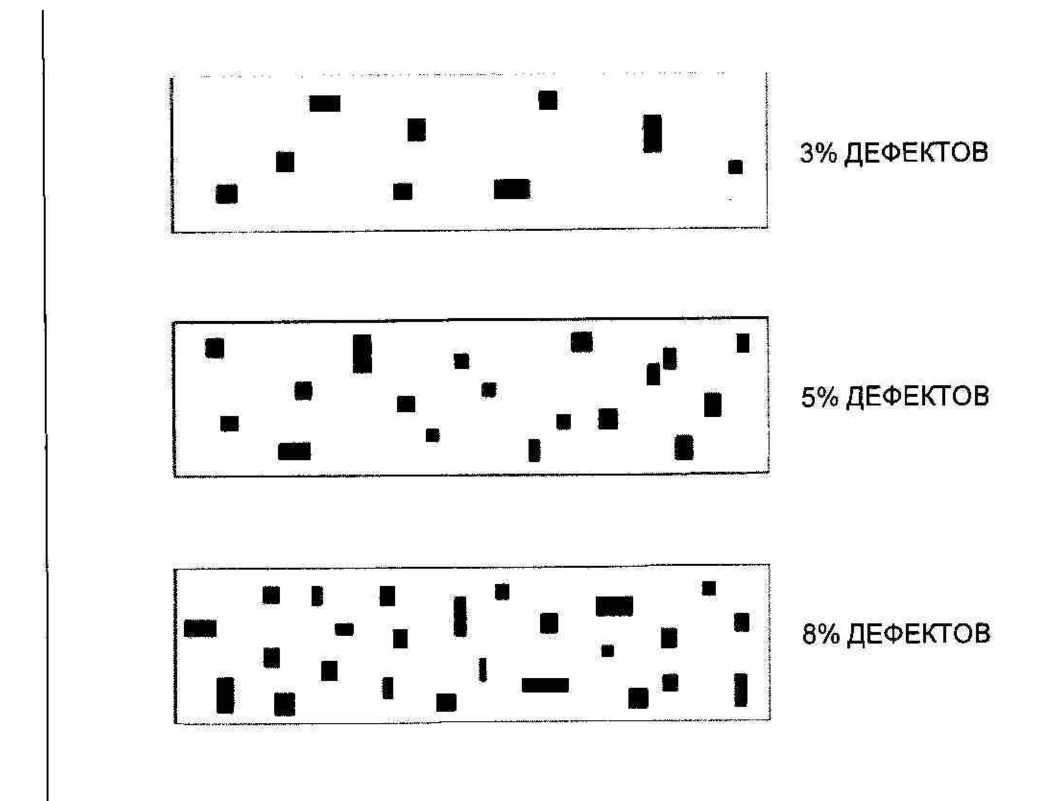


Рисунок B-5 Карта оценки общей площади дефектов

ПРИЛОЖЕНИЕ С
РАСЧЁТ МАКСИМАЛЬНОГО ТЕОРЕТИЧЕСКОГО ЗНАЧЕНИЯ СИЛЫ СМАЧИВАНИЯ

Расчёт максимального теоретического значения силы смачивания производится по методике, предложенной Клейном Вассинком (Klein Wassink)[1].

$$F_{макс.теор.} = \gamma P \cos\beta - dgV \text{ (мН)}$$

где:

γ = Поверхностное натяжение расплава припоя (0,4 мН/мм для оловянно-свинцового и 0,5 мН/мм для бессвинцового)

P = периметр образца в мм, т.е., длина в мм границы раздела образец/припой/воздух, измеренная при максимальной глубине погружения.

V= объём образца находящегося ниже границы раздела образец/припой/воздух, измеренный при максимальной глубине погружения образца, в куб. мм

α = Угол погружения образца к горизонтальной поверхности, напр., $\alpha = 45°$

β = краевой угол смачивания образца припоем в идеальных условиях, т.е. $\beta = 0$ и, следовательно, $\cos\beta = 1$

d = плотность припоя. (Для припоя Sn60/Pb40 при 235°С = 8120 кг/м^3, для припоя SAC305 при 255°С = 7410 кг/м^3)

g = ускорение свободного падения = $9{,}8 \times 10^3$ мм/с^2

Периметры и объёмы рассчитываются по номинальным параметрам, приведенным на чертежах компонента, предоставленных поставщиком, и углу и глубине погружения, как описано выше. В этом расчёте следует использовать ОБЩИЙ периметр и объём, т.е. сумму величин всех погруженных выводов.

Рис С-1 иллюстрирует расчёт для 132-выводного QFP.

Где:

w = ширина вывода (номинальная) = 0,254 мм

t = высота вывода (номинальная) = 0,1524 мм

d = глубина погружения = 0,3 мм

l = длина вывода снизу, погружённая под углом 20° на глубину 0,3 мм = 0,877 мм

m = длина вывода сверху, погружённая под углом 20° на глубину 0,3 мм = 0,458 мм

k = длина границы раздела припой/вывод/воздух по длине вывода = 0,446 мм

$2k + 2w$ = Периметр границы раздела по выводу = 0,892 + 0,508 = 1,4 мм

P = Общая длина границы раздела по стороне компонента (33 вывода) = 46,2 мм

Отсюда:

Общий погружённый объём (на вывод) = 0,254 x 0,1524 x 0,458 + 0,5(0,1524 x 0,254 x 0,419) = 0,0177 + 0,0081 = 0,0258 (мм^3)

Поэтому для 132-выводного QFP максимальное теоретическое значение силы смачивания составит:

Для 33 выводов (одна сторона 132 контактного QFP) = 33 x 0,0258 мм3 = 0.85 Fмакс = (0.4 x 46.2) – (0.08 x 0.85) = 18,41 мН

Приведенная к длине всего периметра (46,2 мм) смачивания максимальная удельная сила смачивания = 399 мкН/мм

Для соответствия уровню А критериев приёмки, измеренное значение силы смачивания должно быть больше 9,2 мН или 200 мкМ/мм при F2.

Примечание: Все силы приведены к скорректированной нулевой оси, а не к линии равновесия сил, за исключением расчётов в приложении D (Параметр АА).

[1] R. J. Klein Wassink, "Soldering in Electronics," 2nd Edition, Electrochemical Publications, Ayr, Scotland, 1989, pp 308–309

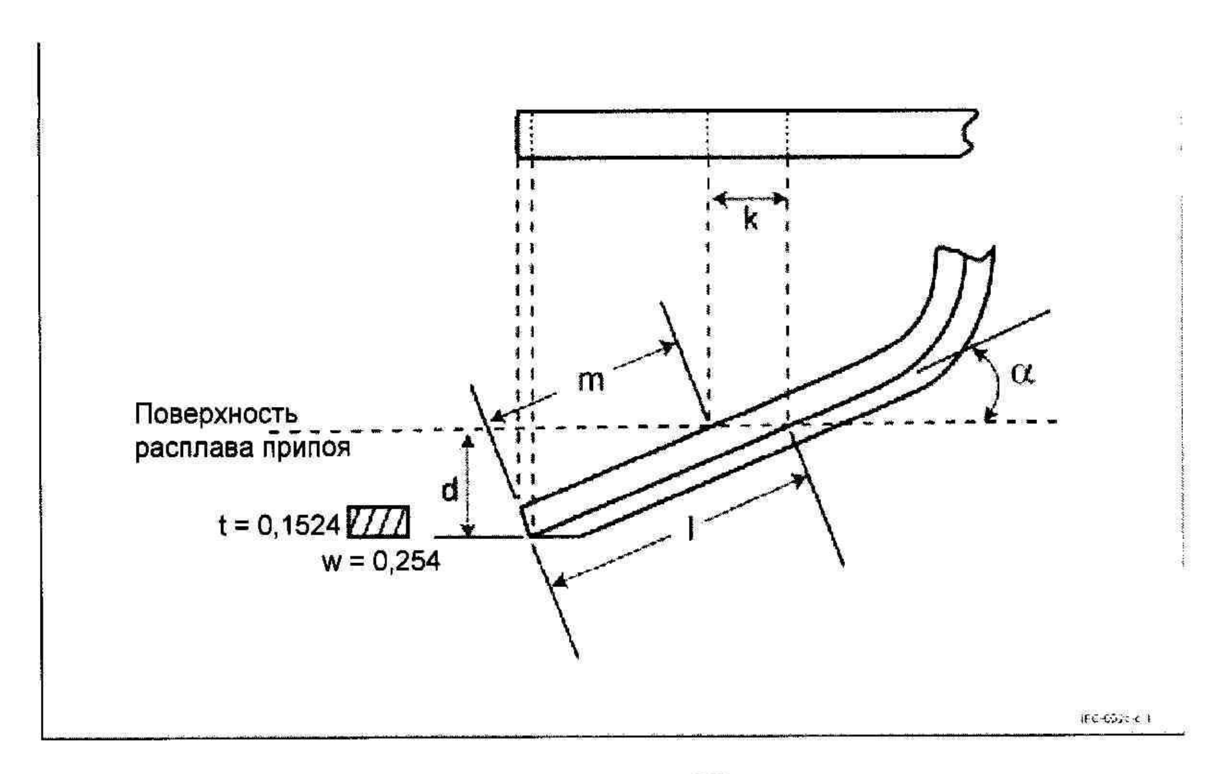


Рисунок С-1 Периметр и объем вывода для 132-выводного QPF

ПРИЛОЖЕНИЕ D
РАСЧЁТ ИНТЕГРАЛЬНОГО ЗНАЧЕНИЯ ПЛОЩАДИ, ОГРАНИЧЕННОЙ КРИВОЙ СМАЧИВАНИЯ

Данная площадь рассчитывается с использованием максимального теоретического значения силы (см. рис. 4.18 или 4.19).

Следовательно площадь (S) можно определить по формуле:

S = Сила смачивания x Время – Плавучесть x Время

$$S = 3c \times F_{макс.теор.} - 2c \times \rho g V$$

$$S = 3c \times F_{макс.теор.} - 2c \times (8{,}12 \cdot 10^{-6}(кг/мм^3) \times$$
$$\times 9{,}8 \cdot 10^3(мм/c^2) \times V)$$

Параметр V - объём образца, погружённого в расплав припоя, рассчитывается как показано в приложении С. Максимальная теоретическая сила рассчитывается как показано в приложении С.

Сделаем следующие допущения:

1. Сила выталкивания преобладает в течение целых двух (2) секунд, что отражено на графике уходом кривой ниже нуля: время действия выталкивающей силы – две (2) секунды.

2. Испытуемый образец достигает максимального значения сил смачивания при пересечении нулевой линии через две (2) секунды, и далее эта сила остаётся постоянной до окончания испытания, напр. три (3) секунды.

V = Общий объём = 0,4 мм^3

$F_{макс.\ теор.}$: 3,97 мН

Отсюда

$$S = 3c \times 3{,}97мН - 2c \times 0{,}08кг/мм^2 \cdot c \times 0{,}4мм^3 =$$
$$= 11{,}91мН \cdot c - 0{,}064кг \cdot мм/c$$

Так как $F = ma$, то

$мН = кг \cdot мм/c^2$ или $кг = мН \cdot c^2/мм$

отсюда

$$S = 11{,}91мН \cdot c - 0{,}064мН \cdot c$$

$$S = 11{,}85мН \cdot c$$

ПРИЛОЖЕНИЕ E
ИНФОРМАЦИОННОЕ ПРИЛОЖЕНИЕ

E.1 Поставщики оборудования для испытаний. Ниже приведены только фирмы, известные на сегодняшний день в отрасли. Мы приглашаем пользователей данного документа присылать информацию об известных им поставщиках испытательного оборудования, чтобы данный перечень был как можно более полным.

E.1.1 Испытания A, B, C, D, A1, B1, C1, D1

GEN3 Systems Limited (Formerly Concoat Systems) Unit B2, Armstrong Mall, Southwood Business Park, Farnborough, Hampshire GU14 0NR England. 011 44 12 5252 1500 www.gen3systems.com

HMP Soldermatics, P.O. Box 948, Canon City, CO 81215, (719) 275–1531

Malcomtech 26200 Industrial Blvd, Hayward CA 64545, (510)293–0580, www.malcomtech.com

Reef Engineering, Unit 6, Bancrofts Road, South Woodham Ferrers, Essex CM3 5UQ 01245 328123

Robotic Process Systems Inc., 23301 E. Mission Ave., Liberty Lake, WA 99019, (509)891-1680

E.1.2 Испытания E, F, E1 & F1

Convey AB, Harpsundsvagen 113, S-12458 Bandhagen, Sweden 46 (0) 8 99 66 25

GEN3 Systems Limited (Formerly Concoat Systems) Unit B2, Armstrong Mall, Southwood Business Park, Farnborough, Hampshire GU14 0NR England. 011 44 12 5252 1500 www.gen3systems.com

Malcomtech 26200 Industrial Blvd, Hayward CA 64545, (510) 293–0580, www.malcomtech.com

Metronelec, 54, Route de Sartrouville – Le Montreal 78232 Le PECO Cedex, France (USA Distributor: Solderability Testing and Solutions Inc., 18 Wildrose Dr., Edgewood, KY 41017, (859) 331–0598, www.wettingbalance.com

Robotic Process Systems Inc., 23301 E. Mission Ave., Liberty Lake, WA 99019, (509)891-1680

E.1.3 Испытания G и G1

GEN3 Systems Limited (Formerly Concoat Systems) Unit B2, Armstrong Mall, Southwood Business Park, Farnborough, Hampshire GU14 0NR England. 011 44 12 5252 1500 www.gen3systems.com

Metronelec, 54, Route de Sartrouville – Le Montreal 78232 Le PECO Cedex, France (USA Distributor: Solderability Testing and Solutions Inc., 18 Wildrose Dr., Edgewood, KY 41017, (859) 331–0598, www.wettingbalance.com

E.1.4 Оборудование для кондиционирования паром

H&H Engineering, Inc., 3612 Wood Duck Circle, Stockton, CA 95206

Metronelec, 54, Route de Sartrouville – Le Montreal 78232 Le PECO Cedex, France (USA Distributor: Solderability Testing and Solutions Inc., 18 Wildrose Dr., Edgewood, KY 41017, (859) 331–0598 www.wettingbalance.com

Mountaingate Engineering Inc., Campbell, CA 95008, (408) 866–5100

Robotic Process Systems Inc., 23301 E. Mission Ave., Liberty Lake, WA 99019, (509) 891–1680

Zentek Scientific Systems, 3520 Yale Way, Fremont, CA 94538, (510) 651–1581

E.1.5 Визирные сетки

Bender Associates, 5030 South Mill Avenue, Suite C-2, Tempe, AZ 85252, (602) 820–0900

E.2 Поставщики флюса для испытаний. Ниже приведены только фирмы, известные на сегодняшний день в отрасли. Мы приглашаем пользователей данного документа присылать информацию об известных им поставщиках, чтобы данный перечень был как можно более полным.

AIM Solder {www.aimsolder.com} –
Стандартный флюс №1
Идентификатор продукта: RMA 202–25

Alpha Metals {www.alphametals.com} –
Стандартный флюс №2

GEN3 Systems Limited {www.gen3systems.com} –
Идентификаторы продуктов:
SMNA – Стандартный флюс №1: Actiec2
Стандартный флюс №2: Actiec 5

Kester {www.kester.com} –
Стандартный флюс №1
Идентификатор продукта: 182

Qualitek International, Inc. {www.qualitek.com} –
Стандартный флюс №1
Идентификатор продукта: 285–25

Solderability Testing and Solutions Inc. {www.wettingbalance.com} –
Стандартный 0,2%-ный флюс для испытаний и стандартный 0,5%-ный флюс для испытаний

ПРИЛОЖЕНИЕ F
Письмо в комитет по рационализации об использовании активного флюса в испытаниях на определение паяемости по стандартам J-STD-002/J-STD-003

Текущая редакция стандартов J-STD-002/J-STD-003 содержит отправную точку для методологии выбора флюса, используемого в последних испытаниях для оценки паяемости. По таблице в п. 3.2.2 состав флюса следующий:

Таблица 3–1 Состав флюсов

Компонент	Содержание, вес. %	
	Флюс №1	Флюс №2
Канифоль	25 ± 0,5	25 ± 0,5
Диэтиламина гидрохлорид (CAS 660-68-4)	0,15 ± 0,01	0,39 ± 0,01
Изопропиловый спирт (CAS 67-63-0)	Остальное	Остальное
Содержание хлора в % от твердых веществ	0,2	0,5

В комитетах по разработке стандартов J-STD-002/J-STD-003 понимают, что любое предлагаемое изменение по поводу использования ROL0 (ранее просто обозначаемого литерой R) должно быть досконально изучено и подтверждено аналитическими данными, демонстрирующими применимость стандартных активных флюсов. Комитеты по разработке стандартов J-STD-002/J-STD-003 потратили значительное время и силы, изучая вопрос замены флюса, обсуждая химические вопросы и разрабатывая методики экспериментальных исследований при поддержке специалистов многих компаний. Директора комитета по разработке стандарта J-STD-002 Дэйв Хилман (Dave Hillman) [Rockwell Collins], Дуг Ромм (Doug Romm) [Texas Instruments], Марк Квока (Mark Kwoka) [Intersil] и Джек Мак Каллен (Jack McCullen) [Intel], чувствуют, что комитет обработал огромный объём данных и провел тщательное изучение вопроса предлагаемой замены флюса. Ниже приведено четыре основных причины для предложения/поддержки замены флюса:

1) Обеспечение совместимости методов испытания с получающими всё более широкое распространение неоловянными покрытиями.

Ряд промышленных исследований (Отчёт группы по финишным покрытиям NEMI, 1996; проект бессвинцового припоя NCMS,1997; Отчёт CMMT (A) 284 Национальной физической лаборатории, 2000) продемонстрировали несовместимость флюса «R» с несодержащими олово покрытиями, такими как палладий, органические защитные консерванты (OSP) и иммерсионное золото. Использование этих и других покрытий на компонентах и печатных платах более не является исключением и растёт быстрыми темпами. Использование флюса «R», содержащего только естественные природные активаторы, приводит к ложным заключениям по результатам испытаний, что крайне негативно отражается как на производителях компонентов и плат, так и на их заказчиках, особенно в плане затрат и сроков исполнения заказов.

2) Уменьшение разновидностей методов определения паяемости

Комитеты по разработке стандартов паяемости J-STD-002/003 поручили доктору Кароль Хандверкер (Carol Handwerker) и специалистам Национального института по стандартизации и технологиям США (National Institute of Standards & Technology (NIST)) исследовать и сравнить стандартный активный флюс с флюсом «R». Детальный статистический анализ, проведенный Биллом Расселом (Bill Russell) из Raytheon Systems и аналитиками NIST, показал, что использование стандартных активных флюсов существенно уменьшает количество разновидностей испытания на определение паяемости. Одной из главных задач комитетов по разработке стандартов паяемости J-STD-002/003 является разработка стандартов и методов испытания, которые содействуют унификации средств и методов измерений в отрасли.

3) Замечания по запасу надёжности при выводе о потере паяемости.

Две основных исторических причины использования флюса «R» следующие:
1) Канифоль содержит только естественные природные активаторы пайки и поэтому не подвержена проблемам/осложнениям, связанными с химическим составом у поставщика флюса;
2) было общепризнано, что если компонент или печатная плата демонстрируют приемлемую паяемость с флюсом «R», то более активные флюсы, используемые в процессе пайки, также будут давать приемлемые результаты. Данный запас надёжности оценки паяемости был разумеющимся и общепризнанным правилом в отрасли. Комитеты J-STD-002/003 понимали историческое значение решения об использовании флюса «R» и имели не меньшее желание сохранить адекватный запас надёжности при определении паяемости. Однако, комитеты получили ряд отзывов от промышленных пользователей с требованием пересмотра состава флюса, используемого в испытаниях на оценку паяемости, связанных с достижениями технологий поверхностных покрытий, улучшениями химических составов коммерческих флюсов и желанием увеличить запас надёжности, который непосредственно влияет на производственные затраты и сроки исполнения заказов без существенного увеличения прямых затрат. Комитеты провели ряд испытаний (Wenger, Kwoka, ACI), показавших, что применение стандартного флюса с промышленно поставляемыми компонентами и печатными платами в реальности, даёт крайне малое количество ложных положительных результатов испытаний. Случаи с последовательностью «успешное завершение

испытания ROL1 – неудача испытания ROL0 – неудача в реальном процессе пайки» не были зарегистрированы. Фактически, при использовании обоих флюсов ROL1 и ROL0 гораздо более вероятно появление ложного неверного результата испытания в сравнении с реальным технологическим процессом.

4) Стандартизация составов стандартных испытательных флюсов в глобальном масштабе.

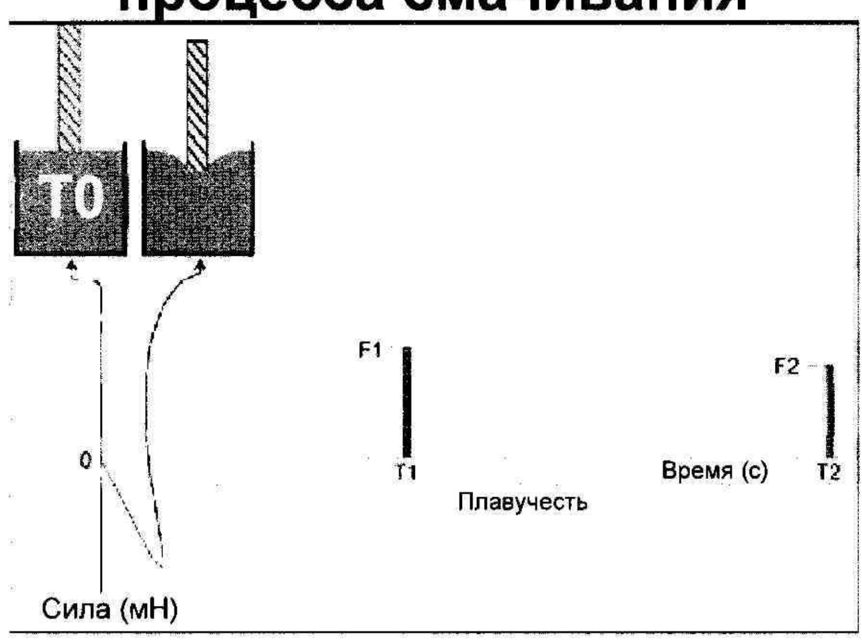
Ещё одной главной задачей комитетов по разработке стандартов паяемости J-STD-002/003 является разработка методов испытания и стандартов, которые содействуют глобальной унификации стандартов в отрасли. Стандартный активный флюс, выбранный и испытанный комитетами, используется в стандарте Международной электротехнической комиссии МЭК 600682-20 «Пайка. Технические условия» (IEC 600682-20 Soldering specification).

Стандарт МЭК был успешно использован для проведения испытаний по оценке паяемости. Совместимость требований к составу флюса стандартов J-STD-002/003 и стандартов МЭК является взаимовыгодным решением как для производителей электронных устройств (пользователей) так и для производителей печатных плат/электронных компонентов (поставщиков).

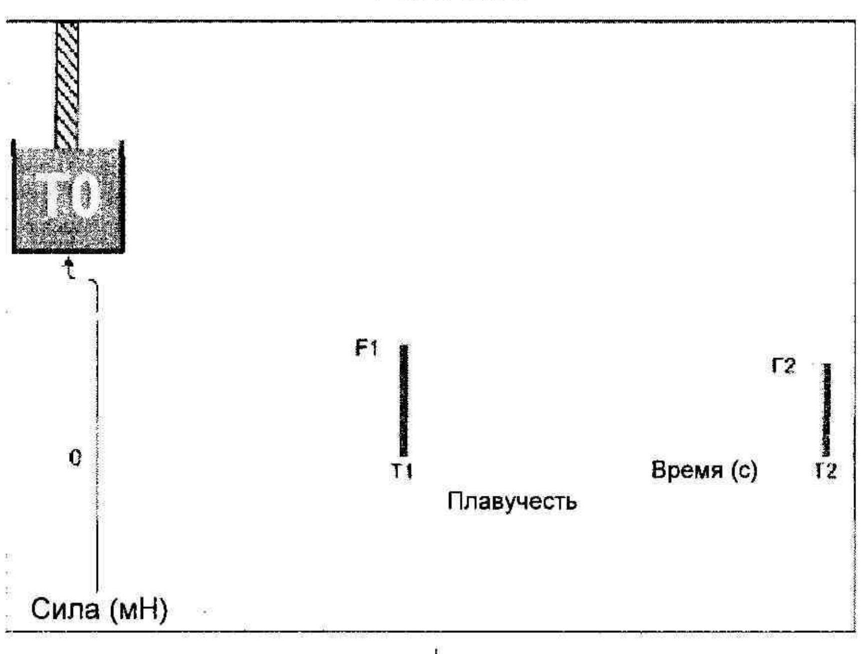
В ответ на запрос представителями электронной промышленности ряду основных поставщиков флюсов о возможности поставки стандартных активных флюсов был получен положительный ответ. При возникновении вопросов свяжитесь с техническим персоналом IPC для получения ответов/дополнительных разъяснений.

ПРИЛОЖЕНИЕ G
Графики смачивания, получаемые в ходе испытания

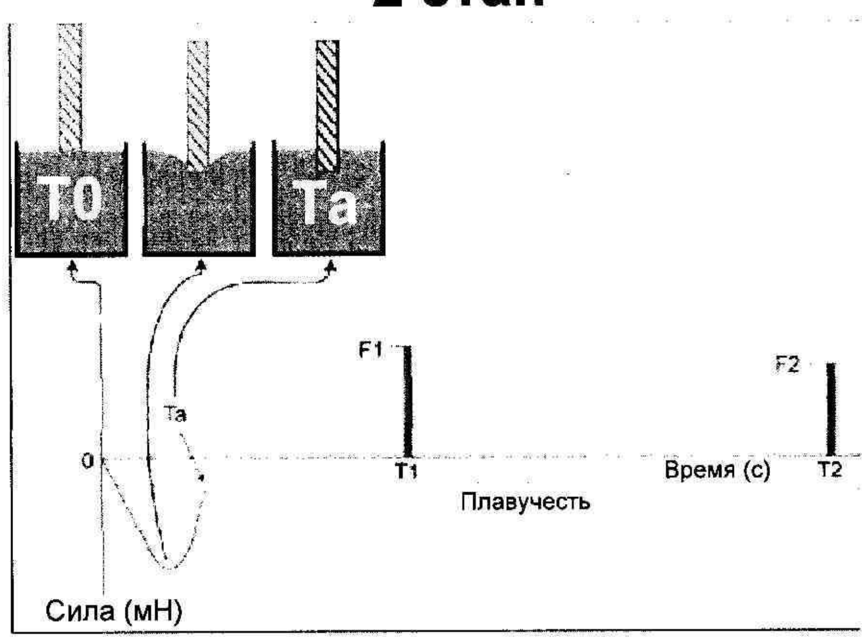
Графическое представление процесса смачивания



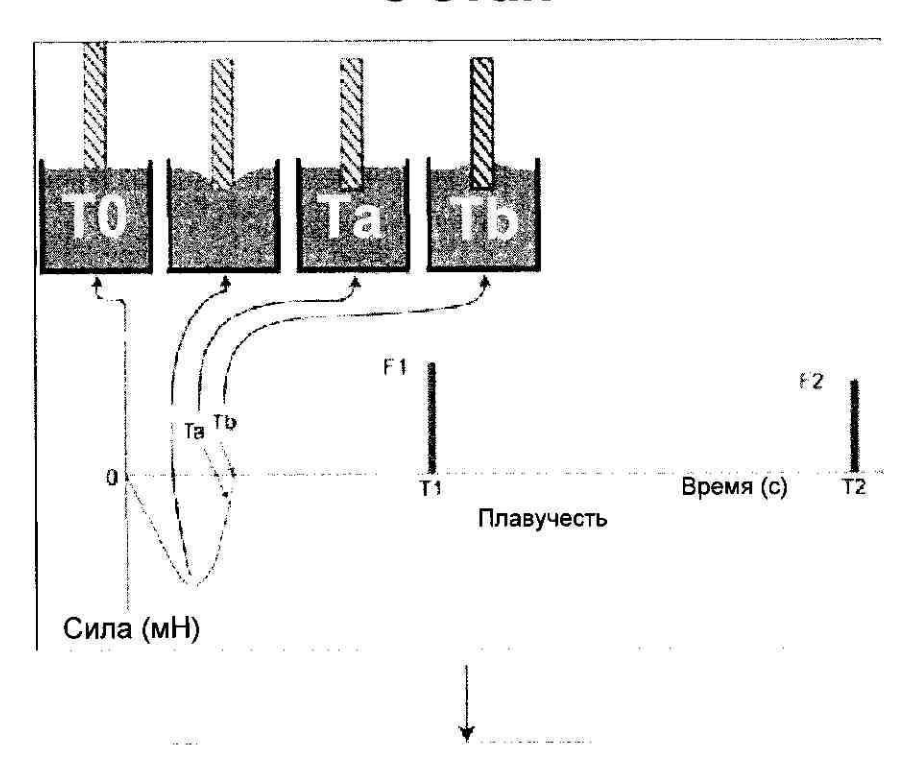


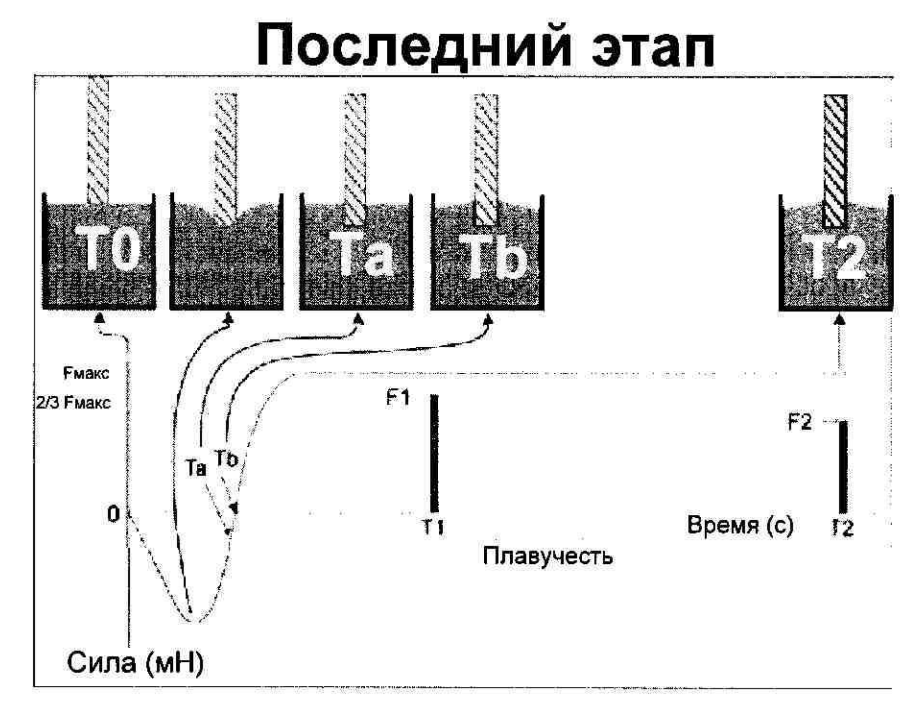


2 этап


T0
Ta
F1
F2
Ta
0
T1
Время (с)
T2
Плавучесть
Сила (мН)

3 этап


T0
Ta
Tb
F1
F2
Ta
Tb
0
T1
Время (с)
T2
Плавучесть
Сила (мН)



Набор параметров, определяемых в ходе пяти этапов имеющих место в процессе испытания, как показано выше:

